PREVODNÍK OCELÍ BÖHLER – zoradený podľa W.-Nr.

Prevodník ocelí zoradený podľa W.-Nr.			
Böhler	W.-Nr.	DIN	STN
P 822	< 1.0884 >	RSi24	
K 990	< 1.1545 >	C105W1	19 191
K 990	< 1.1645 >	C105W2	19 191
K 945	< 1.1730 >	C45W	19 083
K 100	< 1.2080 >	X210Cr12	19 436
N 320	~ 1.2082	X21Cr13	
M 310	~ 1.2083	X40Cr14	
M 310	~ 1.2083	~X42Cr13	
M 314	~ 1.2085	~X33CrS16	
K 245	< 1.2101 >	62SiMnCr4	19 452
M 100	< 1.2162 >	21MnCr5	19 487
K 510	< 1.2210 >	115CrV3	19 421
V 350	< 1.2307 >	29CrMoV9	
M 201	< 1.2311 >	40CrMnMo7	19 520
M 200	< 1.2312 >	40CrMnMoS8-6	~19 520
M 300	~ 1.2316	~X36CrMo17	
M 303	~ 1.2316	~X36CrMo17	
W 400	~ 1.2343	~X37CrMoV5-1	19 552
W 300	< 1.2343 >	X38CrMoV5-1	19 552
W 302	< 1.2344 >	X40CrMoV5-1	19 554
K 306	~ 1.2345	~X50CrMoV5-1	
N 685	< 1.2361 >	X91CrMoV18	17 151
K 305	< 1.2363 >	X100CrMoV5-1	~19 571
W 320	< 1.2365 >	32CrMoV12-28	19 541
W 320	< 1.2365 >	X32CrMoV3-3	19 541
W 403	~ 1.2367	~X38CrMoV5-3	
W 303	< 1.2367 >	X38CrMoV5-3	
S 405	< 1.2369 >	81MoCrV42-16	
K 110	< 1.2379 >	X153CrMoV12	19 573
K 190	~ 1.2380	~X220CrVMo13-4	
K 107	< 1.2436 >	X210CrW12	19 437
K 460	< 1.2510 >	~95MnCrW5	19 314
K 455	~ 1.2550	~60WCrV7	19 735
W 100	< 1.2581 >	X30WCrV9-3	19 721
K 105	< 1.2601 >	X165CrMoV12	19 572
V 721	~ 1.2706	~X3NiCoMo18-8-5	
W 720	~ 1.2706	~X3NiCoMo18-8-5	
V 720	~ 1.2709	~X3NiCoMo18-9-5	
W 720	~ 1.2709	~X3NiCoMoTi18-9-5	
W 722	< 1.2709 >	X3NiCoMoTi18-9-5	
W 500	< 1.2714 >	56NiCrMoV7	19 663
K 605	~ 1.2721	~50NiCr13	~19 614
E 220	< 1.2722 >	19CrNi8	
M 120	~ 1.2735	~15NiCr14	~16 420
M 238	< 1.2738 >	40CrMnNiMo8-6-4	
M 268	< 1.2738 >	40CrMnNiMo8-6-4	
M 130	< 1.2764 >	X19NiCrMo4	~16 720
K 600	< 1.2767 >	X45NiCrMo4	~19 655
T 200	< 1.2779 >	X6NiCrTi26-15	
H 525	~ 1.2782	~X16CrNiSi25-20	
H 520	~ 1.2786	~ X13NiCrSi36-16	
N 310	< 1.2787 >	X23CrNi17	
N 350	< 1.2787 >	X23CrNi17	
K 720	< 1.2842 >	90MnCrV8	19 312
W 321	~ 1.2885	~X32CrMoCoV3-3-3	
W 705	< 1.2886 >	X15CrCoMoV10-10-5	
S 705	< 1.3243 >	HS6-5-2-5	19 852
S 590	< 1.3244 >	HS6-5-3-8	
S 500	< 1.3247 >	HS2-9-1-8	
S 404	< 1.3326 >	HS1-4-2	
S 601	< 1.3339 >	HS6-5-2	
S 600	< 1.3343 >	HS6-5-2C	19 830
S 607	< 1.3344 >	HS6-5-3	
S 790	< 1.3345 >	HS6-5-3C	
S 401	< 1.3346 >	HS2-9-1	
S 400	< 1.3348 >	HS2-9-2	
S 690	~ 1.3351	~HS6-5-4	
S 200	< 1.3355 >	HS18-0-1	19 824
K 700	< 1.3401 >	X120Mn12	17 618
R 100	< 1.3505 >	100Cr6	
N 540	< 1.3541 >	X45Cr13	
N 695	< 1.3544 >	X102CrMo17	
R 250	~ 1.3551	~80MoCrV42-16	

Prevodník ocelí zoradený podľa W.-Nr.			
Böhler	W.-Nr.	DIN	STN
S 405	< 1.3551 >	80MoCrV42-16	
P 802	< 1.3912 >	Ni36	
A 500	< 1.3958 >	X5CrNi18-11	
P 501	< 1.3964 >	X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3	
T 658	< 1.4000 >	X6Cr13	17 020
N 108	< 1.4002 >	X6CrAl13	
N 100	< 1.4006 >	X12Cr13	17 021
N 200	< 1.4016 >	X6Cr17	17 040
N 320	< 1.4021 >	X20Cr13	17 022
T 651	< 1.4021 >	X20Cr13	
N 315	< 1.4024 >	X15Cr13	
N 540	< 1.4034 >	X46Cr13	17 024
N 350	< 1.4057 >	X17CrNi16-2	17 145
N 310	< 1.4104 >	X14CrMoS17	17 140
N 360	< 1.4108 >	X30CrMoN15-1	
N 685	< 1.4112 >	X90CrMoV18	17 151
N 335	< 1.4122 >	X39CrMo17-1	
N 695	< 1.4125 >	X105CrMo17	
N 678	< 1.4153 >	X80CrVMo13-2	
A 500	< 1.4301 >	X5CrNi18-10	17 240
A 607	< 1.4301 >	X5CrNi18-10	17 240
A 506	< 1.4305 >	X8CrNiS18-9	17 243
A 600	< 1.4306 >	X2CrNi19-11	17 249
A 607	< 1.4307 >	X2CrNi18-9	
N 403	~ 1.4313	~X3CrNiMo13-4	
N 400	< 1.4313 >	X3CrNiMo13-4	
H 521	< 1.4333 >	X5NiCr32 21	
A 610	< 1.4361 >	X1CrNiSi18-15-4	
A 120	< 1.4401 >	X5CrNiMo 17-12-2	17 346
A 200	< 1.4404 >	X2CrNiMo17-12-2	17 349
A 913	< 1.4410 >	X2CrNiMoN25-7-4	
N 404	< 1.4418 >	X4CrNiMo16-5-1	
A 220	< 1.4435 >	X2CrNiMo18-14-3	17 350
A 903	< 1.4462 >	X2CrNiMoN22-5-3	17 381
A 405	< 1.4466 >	X1CrNiMoN25-22-2	
A 911SA	< 1.4501 >	X2CrNiMoCuWN25-7-4	
A 926	~ 1.4507	~X2CrNiMoCuN25-6-3	
N 690	< 1.4528 >	X105CrCoMo18-2	
A 970	< 1.4529>	X1NiCrMoCuN25-20-7	
N 752	< 1.4532 >	X8CrNiMoAl15-7-2	
N 709	< 1.4534 >	X3CrNiMoAl13-8-2	
A 962	< 1.4539>	X1NiCrMoCu25-20-5	
A 700	< 1.4541 >	X6CrNiTi18-10	17 246
N 700	< 1.4542 >	X5CrNiCuNb16-4	
N 701	< 1.4545 >	X5CrNiCu15-5	
A 750	< 1.4546 >	X5CrNiNb18-10	
A 965SA	< 1.4547>	X1CrNiMoCuN20-18-7	
N 700	< 1.4548 >	X5CrNiCuNb17-4-4	
A 750	< 1.4550 >	X6CrNiNb18-10	
A 952	< 1.4562 >	X1NiCrMoCu32-28-7	
P 512	< 1.4565 >	X2CrNiMnMoN25-18-6-5	
N 750	< 1.4568 >	X7CrNiAl17-7	
A 300	< 1.4571 >	X6CrNiMoTi17-12-2	17 347
H 160	< 1.4713 >	X10CrAl7	17 113
H 700	< 1.4718 >	X45CrSi9-3	
H 300	< 1.4821 >	X20CrNiSi25-4	
H 550	< 1.4828 >	X15CrNiSi20-12	17 251
H 525	< 1.4841 >	X15CrNiSi25-20	17 255
H 520	~ 1.4864	~ X12NiCrSi36-16	17 253
H 850	< 1.4871 >	X53CrMnNiN21-9	
H 500	< 1.4876 >	X10NiCrAlTi32-20	
A 700	< 1.4878 >	X12CrNiTi18-9	17 246
H 854	< 1.4882 >	X50CrMnNiNbN21-6	
T 567	< 1.4903 >	X10CrMoVNb9-1	
T 505SC	< 1.4906 >	X12CrMoWVNbN10-1-1	
T 560	< 1.4913 >	~X19CrMoNbVN11-1	
T 550	< 1.4922 >	X20CrMoV12-1	17 134
T 550	< 1.4923 >	X22CrMoV12-1	
T 550	< 1.4926 >	X21CrMoV12-1	
T 552	< 1.4938 >	X11CrNiMo12	
T 552	< 1.4939 >	X12CrNiMo12	
T 200	~ 1.4943	~X4NiCrTi25-15	
T 240	~ 1.4962	~X12CrNiWTi16-13	

Prevodník ocelí zoradený podľa W.-Nr.			
Böhler	W.-Nr.	DIN	STN
T 249	< 1.4970 >	X3CrNiMoBN17-13-3	
T 222	< 1.4971 >	X12CrCoNi21-20	
T 200	< 1.4980 >	X5NiCrTi26-15	
T 262	< 1.4986 >	X8CrNiMoBNb16-16	
T 250	< 1.4988 >	X8CrNiMoVNb16-13	
E 200	< 1.5752 >	~ 15NiCr13	16 420
E 230	< 1.5919 >	15CrNi6	16 220
E 220	< 1.5920 >	18CrNi8	~16 231
V 725	< 1.6356 >	X2NiCoMoTi18-12-4	
W 720	~ 1.6358	~X2NiCoMo18-9-5	
V 720	< 1.6358 >	~X2NiCoMo18-9-5	
V 721	< 1.6359 >	X2NiCoMo18-8-5	
V 723	< 1.6359 >	X2NiCoMo18-8-5	
V 124SC	~ 1.6565	~40NiCrMo6	
V 145	< 1.6580 >	30CrNiMo8	
V 155	< 1.6582 >	34CrNiMo6	16 343
V 155	< 1.6583 >	35CrNiMo6	
V 145	~ 1.6586	~31CrNiMo8	
E 110	< 1.6587 >	~ 18CrNiMo7-6	
E 105	~ 1.6657	~ 14NiCrMo13-4	
E 108SA	< 1.6722 >		
V 118S1	< 1.6745 >	~40NiMoCr10-5	
V 132	~ 1.6928	~ 41SiNiCrMoV7-6	
V 159	< 1.6944 >	~38NiCrMoV7-3	
V 129SA	< 1.6952 >	24NiCrMoV14-6	
V 330SH	~ 1.7220	~34CrMo4	~15 131
V 320	< 1.7223 >	41CrMo4	
V 320	< 1.7225 >	42CrMo4	15 142
V 350	< 1.7707 >	30CrMoV9	15 330
V 354	~ 1.7735	~14CrMoV6-9	
V 350	< 1.8519 >	31CrMoV9	
V 358	< 1.8523 >	39CrMoV13-9	
V 820	< 1.8550 >	34CrAlNi7	
L 200	< 2.4068 >	LC Ni99	
L 322	< 2.4360 >	NiCu30Fe	
L 022	< 2.4602 >	NiCr21Mo14W	
L 359	< 2.4605 >	17750	
L 004	< 2.4610 >	NiMo16Cr16Ti	
L 080A	< 2.4631 >	NiCr20TiAl	
L 090	< 2.4632 >	NiCr20Co18Ti	
L 307	< 2.4632 >	NiCr20Co18Ti	
L 303	< 2.4654 >	NiCr20Co13Mo4Ti3Al	
L 901	< 2.4662 >	NiCr13Mo6Ti3	
L 321	< 2.4663 >	NiCr23Co12Mo	
L 329	< 2.4665 >	NiCr22Fe18Mo	
L HX	< 2.4665 >	NiCr22Fe18Mo	
L 718	< 2.4668 >	NiCr19NbMo	
L 312	< 2.4816 >	NiCr15Fe	
L 276	< 2.4819 >	NiMo16Cr15W	
L 625	< 2.4856 >	NiCr22Mo9Nb	
L 314	< 2.4858 >	NiCr21Mo	
L 080A	< 2.4952 >	NiCr20TiAl	

Špeciálne akosti ocelí Böhler	
K340	ISODUR
K353	
K360	ISODUR
K390	MICROCLEAN
K490	MICROCLEAN
K890	MICROCLEAN
S290	MICROCLEAN
S390	MICROCLEAN
S392	MICROCLEAN
S630	
W350	ISOBLOC
W360	ISOBLOC
M261	EXTRA
M315	EXTRA
M333	ISOPLAST
M340	ISOPLAST
M368	MICROCLEAN
M390	MICROCLEAN

< > Chemické zloženie zhodné s W.-Nr. / DIN
~ Odchýlky od chemického zloženia

Prevod do normy STN nemusí presne súhlasiť s chemickým zložením materiálu uvedeným v norme STN, je to dôsledok rozdielnych štandardov noriem W.-Nr. a STN.

Vyznačené akosti sú dostupné skladom.
Pre ostatné akosti možnosť dodania z novej výroby a momentálnu dostupnosť je vždy nutné preveriť

PREVODNÍK OCELÍ BÖHLER – zoradený podľa DIN a STN

Prevodník ocelí zoradený podľa DIN			
Böhler	W.-Nr.	**DIN**	STN
L 359	< 2.4605 >	**17750**	
V 354	~ 1.7735	**~14CrMoV6-9**	
M 120	~ 1.2735	**~15NiCr14**	~16 420
M 100	< 1.2162 >	**21MnCr5**	19 487
W 320	< 1.2365 >	**32CrMoV12-28**	19 541
M 201	< 1.2311 >	**40CrMnMo7**	19 520
M 200	< 1.2312 >	**40CrMnMoS8-6**	~19 520
M 238	< 1.2738 >	**40CrMnNiMo8-6-4**	
M 268	< 1.2738 >	**40CrMnNiMo8-6-4**	
K 600	< 1.2767 >	**45NiCrMo16**	~19 655
K 605	~ 1.2721	**~50NiCr13**	~19 614
W 500	< 1.2714 >	**56NiCrMoV7**	19 663
K 455	~ 1.2550	**~60WCrV7**	19 735
K 245	< 1.2101 >	**62SiMnCr4**	19 452
K 720	< 1.2842 >	**90MnCrV8**	19 312
K 460	< 1.2510 >	**~95MnCrW5**	19 314
K 510	< 1.2210 >	**115CrV3**	19 421
K 945	< 1.1730 >	**C45W**	19 083
S 500	< 1.3247 >	**HS2-9-1-8**	
S 705	< 1.3243 >	**HS6-5-2-5**	19 852
S 600	< 1.3343 >	**HS6-5-2C**	19 830
S 590	< 1.3244 >	**HS6-5-3-8**	
S 790	< 1.3345 >	**HS6-5-3C**	
S 690	~ 1.3351	**~HS6-5-4**	
L 718	< 2.4668 >	**NiCr19NbMo**	
P 501	< 1.3964 >	**X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3**	
V 723	< 1.6359 >	**X2NiCoMo18-8-5**	
W 720	~ 1.6358	**~X2NiCoMo18-9-5**	
W 720	~ 1.2706	**~X3NiCoMo18-8-5**	
W 720	~ 1.2709	**~X3NiCoMoTi18-9-5**	
N 404	< 1.4418 >	**X4CrNiMo16-5-1**	
N 701	< 1.4545 >	**X5CrNiCu15-5**	
N 700	< 1.4542 >	**X5CrNiCuNb16-4**	
N 700	< 1.4548 >	**X5CrNiCuNb17-4-4**	
T 552	< 1.4938 >	**X11CrNiMo12**	
N 100	< 1.4006 >	**X12Cr13**	17 021

Prevodník ocelí zoradený podľa DIN			
Böhler	W.-Nr.	**DIN**	STN
T 222	< 1.4971 >	**X12CrCoNi21-20**	
T 552	< 1.4939 >	**X12CrNiMo12**	
H 525	< 1.4841 >	**X15CrNiSi25-20**	17 255
H 525	~ 1.2782	**~X16CrNiSi25-20**	
N 350	< 1.4057 >	**X17CrNi16-2**	17 145
M 130	< 1.2764 >	**X19NiCrMo4**	~16 720
N 320	< 1.4021 >	**X20Cr13**	17 022
N 320	~ 1.2082	**X21Cr13**	
N 350	< 1.2787 >	**X23CrNi17**	
N 360	< 1.4108 >	**X30CrMoN15-1**	
W 321	~ 1.2885	**~X32CrMoCoV3-3-3**	
W 320	< 1.2365 >	**X32CrMoV3-3**	19 541
M 314	~ 1.2085	**X33CrS16**	
M 300	~ 1.2316	**~X36CrMo17**	
M 303	~ 1.2316	**~X36CrMo17**	
W 400	~ 1.2343	**~X37CrMoV5-1**	
W 300	< 1.2343 >	**X38CrMoV5-1**	19 552
W 403	~ 1.2367	**~X38CrMoV5-3**	
W 303	< 1.2367 >	**X38CrMoV5-3**	
M 310	~ 1.2083	**X40Cr14**	
W 302	< 1.2344 >	**X40CrMoV5-1**	19 554
M 310	~ 1.2083	**~X42Cr13**	
N 540	< 1.3541 >	**X45Cr13**	
K 600	< 1.2767 >	**X45NiCrMo4**	~19 655
N 540	< 1.4034 >	**X46Cr13**	17 024
N 685	< 1.4112 >	**X90CrMoV18**	17 151
N 685	< 1.2361 >	**X91CrMoV18**	17 151
K 305	< 1.2363 >	**X100CrMoV5-1**	~19 571
N 695	< 1.3544 >	**X102CrMo17**	
N 690	< 1.4528 >	**X105CrCoMo18-2**	
N 695	< 1.4125 >	**X105CrMo17**	
K 700	< 1.3401 >	**X120Mn12**	17 618
K 110	< 1.2379 >	**X153CrMoV12**	19 573
K 105	< 1.2601 >	**X165CrMoV12**	19 572
K 100	< 1.2080 >	**X210Cr12**	19 436
K 107	< 1.2436 >	**X210CrW12**	19 437

Prevodník ocelí zoradený podľa STN			
Böhler	W.-Nr.	DIN	**STN**
M 120	~ 1.2735	~15NiCr14	**~16 420**
M 130	< 1.2764 >	X19NiCrMo4	**~16 720**
N 100	< 1.4006 >	X12Cr13	**17 021**
N 320	< 1.4021 >	X21Cr13	**17 022**
N 540	< 1.4034 >	X46Cr13	**17 024**
N 350	< 1.4057 >	X17CrNiM6-2	**17 145**
N 685	< 1.2361 >	X91CrMoV18	**17 151**
N 685	< 1.4112 >	X90CrMoV18	**17 151**
H 525	< 1.4841 >	X15CrNiSi25-20	**17 255**
K 700	< 1.3401 >	X120Mn12	**17 618**
K 945	< 1.1730 >	C45W	**19 083**
K 720	< 1.2842 >	90MnCrV8	**19 312**
K 460	< 1.2510 >	~95MnCrW5	**19 314**
K 510	< 1.2210 >	115CrV3	**19 421**
K 100	< 1.2080 >	X210Cr12	**19 436**
K 107	< 1.2436 >	X210CrW12	**19 437**
K 245	< 1.2101 >	62SiMnCr4	**19 452**
M 100	< 1.2162 >	21MnCr5	**19 487**
M 200	< 1.2312 >	40CrMnMoS8-6	**~19 520**
M 201	< 1.2311 >	40CrMnMo7	**19 520**
W 320	< 1.2365 >	32CrMoV12-28	**19 541**
W 300	< 1.2343 >	X38CrMoV5-1	**19 552**
W 302	< 1.2344 >	X40CrMoV5-1	**19 554**
K 305	< 1.2363 >	X100CrMoV5-1	**~19 571**
K 105	< 1.2601 >	X165CrMoV12	**19 572**
K 110	< 1.2379 >	X153CrMoV12	**19 573**
K 605	~ 1.2721	~50NiCr13	**~19 614**
K 600	< 1.2767 >	X45NiCrMo4	**~19 655**
W 500	< 1.2714 >	56NiCrMoV7	**19 663**
K 455	~ 1.2550	~60WCrV7	**19 735**
S 200	< 1.3355 >	HS18-0-1	**19 824**
S 600	< 1.3343 >	HS6-5-2C	**19 830**
S 705	< 1.3243 >	HS6-5-2-5	**19 852**

OBSAH KATALÓGU

Prehľad a chemické zloženie dodávaných ocelí BÖHLER 2

BÖHLER skladový a dodávateľský program 3–4

BÖHLER – špeciálne technológie výroby a s tým súvisiace označovanie 5–7

Prídavky k opracovaniu a tolerancie 8–9

Ocele pre prácu za studena 10–48

Rýchlorezné ocele 49–70

Ocele pre prácu za tepla 71–101

Ocele pre formy na plasty 102–130

Vybrané špeciálne materiály 131–136

BHT-tyče kalené a popustené 137

Ponuka prevádzky tepelného spracovania 138

Ponuka PVD povlakov a ich vlastnosti 139

Porovnávacia tabuľka tvrdostí 140–141

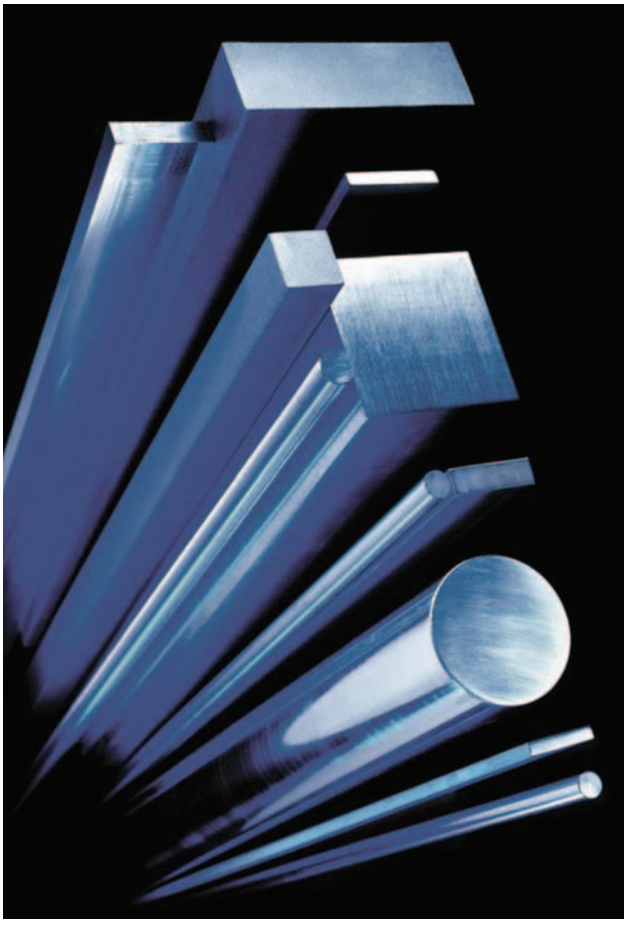
PREHĽAD A CHEMICKÉ ZLOŽENIE DODÁVANÝCH OCELÍ BÖHLER

Böhler značka	Chemické zloženie v %										Normy		Strana
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Ni	Co	Iné	W.Nr.	DIN	
Ocele pre prácu za studena													10–15
K100	2,00	0,25	0,35	11,50							<1.2080>	X210Cr12	16–17
K105	1,60	0,35	0,30	11,50	0,60	0,30	0,50				<1.2601>	X165CrMoV12	18
K107	2,10	0,25	0,40	11,50			0,70				<1.2436>	X210CrW12	19
K110	1,55	0,30	0,30	11,30	0,75	0,75					<1.2379>	X153CrMoV12	20–21
K245	0,63	1,10	1,10	0,60							<1.2101>	62SiMnCr4	22
K305	1,00	0,30	0,55	5,20	1,10	0,25					<1.2363>	X100CrMoV5-1	23
K340 ISODUR	1,10	0,90	0,40	8,30	2,10	0,50				+Al, Nb	-	-	24–25
K353	0,82	0,70	0,40	8,00	1,60	0,60				+Al	-	-	26–27
K360 ISODUR	1,25	0,90	0,35	8,75	2,70	1,18				+Al, Nb	-	-	28–29
K390 MICROCLEAN	2,47	0,55	0,40	4,20	3,80	9,00	1,00		2,00		-	-	30–32
K455	0,63	0,60	0,30	1,10		0,18	2,00				~ 1.2550	~ 60WCrV7	33
K460	0,95	0,25	1,10	0,55		0,10	0,55				<1.2510>	~ 95MnCrW5	34
K490 MICROCLEAN	1,40			6,40	1,50	3,70	3,50			+Nb	-	-	35–37
K510	1,18	0,25	0,30	0,70		0,10					<1.2210>	115CrV3	38
K600	0,48	0,23	0,40	1,30	0,25			4,00			<1.2767>	45NiCrMo16	39–40
K605	0,55	0,30	0,40	1,00	0,25			3,00			~ 1.2721	~ 50NiCr13	41
K700	1,23	0,40	12,50								<1.3401>	X120Mn12	42
K720	0,90	0,25	2,00	0,35		0,10					<1.2842>	90MnCrV8	43–44
K890 MICROCLEAN	0,85	0,55	0,40	4,35	2,80	2,10	2,55		4,50		-	-	45–46
K945	0,48	0,30	0,70								<1.1730>	C45U (C45W)	47–48
Rýchlorezné ocele													49–51
S290 MICROCLEAN	2,00	0,50	0,30	3,80	2,50	5,10	14,30		11,00		-	-	52–53
S390 MICROCLEAN	1,64	0,60	0,30	4,80	2,00	4,80	10,40		8,00		-	-	54–55
S392 MICROCLEAN	1,67			4,75	2,00	4,80	10,40		8,00	+S	-	-	56
S500	1,10	0,50	0,20	3,90	9,20	1,00	1,40		7,80		<1.3247>	HS2-9-1-8	57–58
S590 MICROCLEAN	1,29	0,60	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30		8,40		<1.3244>	HS6-5-3-8	59–60
S600 ISORAPID	0,90			4,10	5,00	1,80	6,20				<1.3343>	HS6-5-2C	61–62
S630	0,95			4,00	4,00	2,00	4,00			Al=0,50	-	-	63–64
S690 MICROCLEAN	1,35	0,60	0,30	4,10	5,00	4,10	5,90				~ 1.3351	~ HS6-5-4	65–66
S705	0,92	0,40	0,30	4,10	5,00	1,90	6,20		4,80		<1.3243>	HS6-5-2-5	67–68
S790 MICROCLEAN	1,29	0,60	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30				<1.3345>	HS6-5-3C	69–70
Ocele pre prácu za tepla													71–81
W300 ISODISC	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	0,40					<1.2343>	X38CrMoV5-1	82–83
W302 ISODISC	0,39	1,10	0,40	5,20	1,40	0,95					<1.2344>	X40CrMoV5-1	84–85
W303 ISODISC	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	0,55					<1.2367>	X38CrMoV5-3	86–87
W320 ISODISC	0,31	0,30	0,35	2,90	2,80	0,50					<1.2365>	32CrMoV12-28	88–89
W321 ISODISC	0,39	0,30	0,35	2,90	2,80	0,65			2,90		~ 1.2885	~ X32CrMoCoV3-3-3	90–91
W350 ISOBLOC	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	0,55				+N	-	-	92–93
W360 ISOBLOC	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	0,55					-	-	94–95
W400 VMR	0,38	0,20	0,30	5,00	1,30	0,50					~ 1.2343	~ X37CrMoV5-1	96–97
W403 VMR	0,38	0,20	0,25	5,00	2,80	0,65					~ 1.2367	~ X38CrMoV5-3	98–99
W500	0,55	0,25	0,75	1,10	0,50	0,10		1,70			<1.2714>	56NiCrMoV7	100
W720 VMR	max. 0,005	max. 0,05	max. 0,10		5,00			18,50	9,00	Ti=0,70 Al=0,10	~ 1.2709	~ X3NiCoMoTi18-9-5	101
Ocele pre formy na plasty													102–107
M100	0,20	0,30	1,20	1,10							<1.2162>	21MnCr5	108
M200	0,40	0,40	1,50	1,90	0,20					S=0,080	<1.2312>	40CrMnMoS8-6	109
M201	0,40	0,30	1,50	2,00	0,20						<1.2311>	40CrMnMo7	110
M238	0,38	0,30	1,50	2,00	0,20			1,10			<1.2738>	40CrMnNiMo8-6-4	111
M261 EXTRA	0,13	0,30	2,00	0,35				3,50		Cu=1,20 Al=1,20	-	-	112–113
M268 VMR	0,38	0,30	1,50	2,00	0,20			1,10			<1.2738>	40CrMnNiMo8-6-4	114–115
M303 EXTRA	0,27	0,30	0,65	14,50	1,00			0,85			~ 1.2316	~ X36CrMo17	116–118
M310 ISOPLAST	0,38	0,70	0,45	14,25		0,20					~ 1.2083	~ X42Cr13	119
M314 EXTRA	0,34	0,35	1,40	16,00	0,15					S=0,12	~ 1.2085	X33CrS16	120
M315 EXTRA	0,05	0,20	0,90	12,80				+		S=0,12	-	-	121–122
M333 ISOPLAST	0,24	0,20	0,35	13,25						+N,Mo,V,Ni	-	-	123–124
M340 ISOPLAST	0,54	0,45	0,40	17,30	1,10	0,10				+N	-	-	125–126
M368 MICROCLEAN	0,54	0,45	0,40	17,30	1,10	0,10				+N	-	-	127–128
M390 MICROCLEAN	1,90	0,70	0,30	20,00	1,00	4,00	0,60				-	-	129–130
Vybrané špeciálne materiály													
N360	0,30	0,60	0,40	15,00	1,00					N=0,40	<1.4108>	X30CrMoN15-1	131–132
N690	1,08	0,40	0,40	17,30	1,10	0,10			1,50		<1.4528>	X105CrCoMo18-2	133
N700	0,04	0,25	0,40	15,30				4,50		Cu, Nb	<1.4542>	X5CrNiCuNb16-4	134
N701	0,04	0,30	0,60	14,90				5,10		Cu, Nb	<1.4545>	-	135
H525	0,08	1,70	1,20	24,80				19,80			<1.4841>	X15CrNiSi25-20	136

SKLADOVÝ A DODÁVATEĽSKÝ PROGRAM BÖHLER

Dodávané akosti

- **Rýchlorezné ocele**
- **Nástrojové ocele**
  - Ocele pre prácu za studena
  - Ocele pre prácu za tepla
  - Ocele pre formy na plasty
- **Špeciálne ocele a zliatiny**
  - Antikorózne chrómové ocele
  - Antikorózne chróm-niklové ocele
  - Žiaruvzdorné a žiarupevné ocele
  - Ocele na ventily
  - Ocele pre letecký priemysel
  - Zliatiny na báze niklu
  - Ocele so zvláštnymi fyzikálnymi vlastnosťami
  - Doplnkový program – konštrukčné ušľachtilé ocele
- **Nožové ocele na výrobu vysekávacích foriem pre obuvnícky, kožiarsky, textilný a papierenský priemysel**



Výrobky / prevedenie

- **Tyčová oceľ valcovaná**

Kruhová:	12,5 – 150 mm	
Štvorhranná:	15 – 150 mm	
Plochá:	šírka	hrúbka
	15 – 60 mm	5 – 41 mm
	60 – 200 mm	5 – 86 mm
	100 – 300 mm	15 – 80 mm

- **Tyčová oceľ kovaná**

Kruhová, štvorhranná:		90 – 1200 mm
Plochá:	šírka	100 – 1600 mm
	hrúbka	50 – 1000 mm
	Pomer šírka / hrúbka max. 10:1	

- **Tyčová oceľ opracovaná a lesklá**

  IBO ECOMAX predhrubovaná
  BLANKSTAHL brúsená a leštená
  ECOBLANK lúpaná leštená
  ECOFINISH brúsená

- **Valcovaný drôt**

Valcovaný:	priemer	5,0 – 13,5 mm
Ťahaný:	priemer	1,0 – 12,0 mm

- **Povrchová úprava**

  Čierna, tryskaná, morená, opracovaná
  Sústružená, lúpaná, leštená (tolerancia h12 – h9)
  brúsená – leštená

- **Výkovky**

  Voľne kované výkovky do hrubej hmotnosti 45 ton a ich trieskové opracovanie.
  Zápustkové výkovky a ich trieskové opracovanie.

- **Aplikácie**

  Výroba nástrojov, strojárstvo, letecký priemysel, výroba turbín, námorný priemysel, energetický priemysel, automobilový priemysel, lekárska technika.

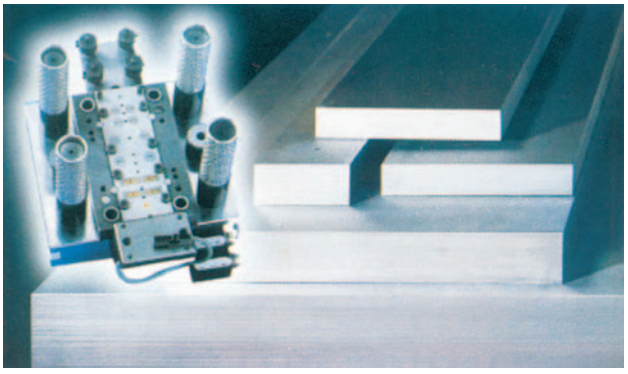
Poznámka: Rozmerový sortiment uvedený v materiálových listoch podlieha zmenám podľa aktuálnych požiadaviek trhu. Pre zistenie aktuálneho rozmerového sortimentu nás prosím kontaktujte. Zároveň popri uvedených výrobkoch dodávateľsky zabezpečujeme, na základe konkrétnej potreby, tiež iné hutné polotovary v rámci výrobných možností materskej firmy, respektíve nákupom od iných výrobcov ušľachtilých materiálov.

SKLADOVÝ A DODÁVATELSKÝ PROGRAM BÖHLER BLECHE

Valcovňa plechov

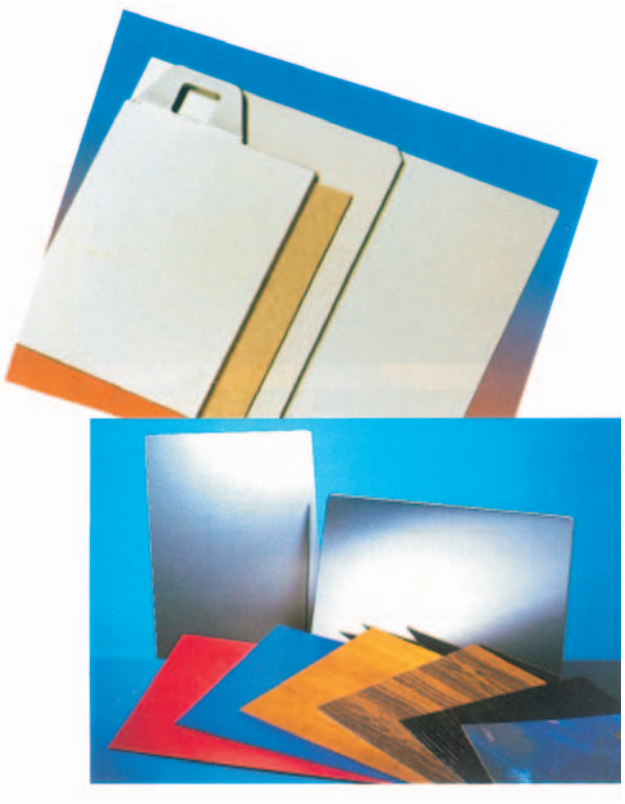
Výroba plechov krížovým valcovaním za tepla.
Výroba plechov valcovaných za studena
v štyroch základných strategických skupinách.

- Stredne a vysokolegované nástrojové ocele pre prácu za studena.



- Rýchlorezné ocele konvenčnej akosti, ESU aj vyrobené práškovou metalurgiou.

- Lisovacie plechy:
  - Pre výrobu technických a dekoratívnych materiálov
  - Pre výrobu mnohovrstvových laminátov
  - Pre kartonáž
  - Pre drevársky a nábytkársky priemysel

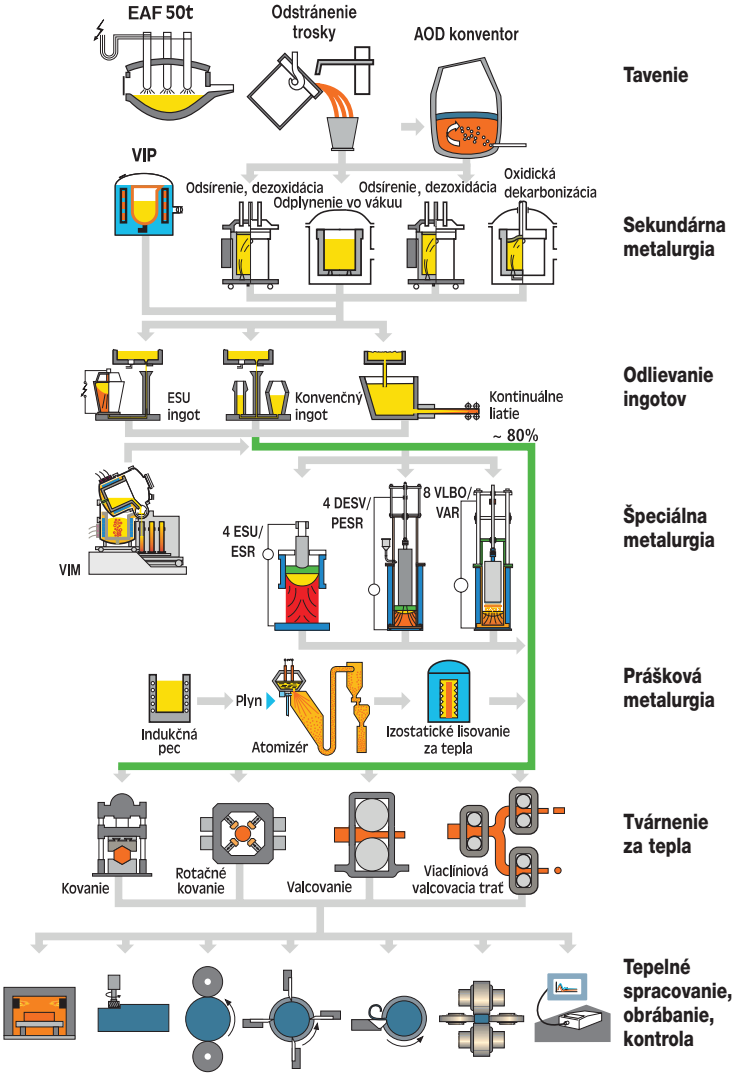


- Materiály špeciálneho použitia:
  - Martenzitické nožové ocele pre potravinársky priemysel
  - Žiaruvzdorné a duplexné ocele
  - Ocele pre lodný, automobilový a letecký priemysel
  - Zliatiny na báze Ni a Co

KVALITA A ŠPECIÁLNE TECHNOLÓGIE VÝROBY OCELÍ

Zvyšujúce sa požiadavky na výkon, životnosť a kvalitu nástrojov sa zároveň premietajú do vysokých nárokov na kvalitu materiálov, teda na stupeň čistoty a rovnomernosť štruktúry prvotného materiálu, čo možno dosiahnuť len špeciálnymi výrobnými postupmi ocelí, ako sú elektrotroskové pretavovanie, vákuová metalurgia a špeciálne metalurgické postupy ako je prášková metarulgia.

Metalurgické postupy výroby ocele:



EAF	Elektrická oblúková pec	**DESU/PESR**	Elektrotroskové pretavovanie pod tlakom v ochrannej atmosfére
VIM	Vákuová indukčná taviacia pec	**VLBO/VAR**	Vákuová oblúková pretavovacia pec
ESU/ESR	Elektrotroskové pretavovanie		

Elektrotroskové pretavovanie – ESU

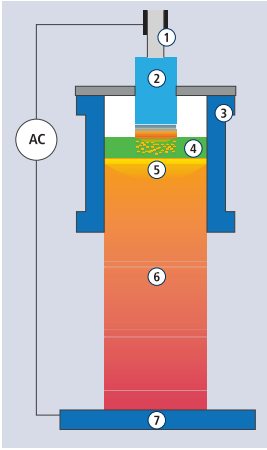
Proces elektrotroskového pretavovania spočíva v regulovanom novopretavení odliateho oceľového bloku cez špeciálnu vrstvu syntetickej trosky. Počas metalurgického procesu elektrotroskového pretavovania dochádza:

– k zmenšeniu veľkosti a podielu nekovových vmestkov a vycedenín
– vplyvom kontinuálneho chladnutia k vzniku jemnozrnnej štruktúry s vysokou húževnatosťou a homogenitou chemického zloženia v pozdĺžnom aj priečnom smere
– k zlepšeniu leštiteľnosti na najvyššiu možnú mieru.

Uplatňujú sa dva základné spôsoby elektrotroskového pretavovania:

1. klasické elektrotroskové pretavovanie samotaviacou sa elektródou – ESU / ESR
2. elektrotroskové pretavovanie samotaviacou sa elektródou pod tlakom v ochrannej atmosfére argónu alebo dusíka – DESU /PESR

Schéma elektrotroskového pretavovania

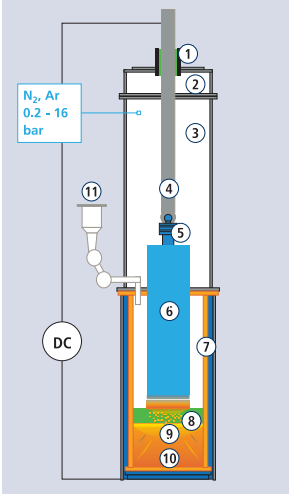


1 držiak
2 elektróda
3 medená kokila chladená vodou
4 troska
5 tekutý kov
6 elektrotroskovo pretavený blok
7 vodou chladená spodná platňa
AC zdroj prúdu

Výhody:

- optimálna štruktúra bloku
- minimálny obsah síry
- minimálny obsah nekovových vmestkov a ich rovnomerné rozloženie
- takmer izotropné vlastnosti
- reproduktovateľnosť procesu
- flexibilná veľkosť blokov

Schéma elektrotroskového pretavovania pod tlakom v ochrannej atmosfére



1 tlakové utesnenie
2 horná časť pece
3 medzikomora
4 tyč elektródy
5 držiak
6 elektróda
7 pevná kokila
8 troska
9 tekutý kov
10 blok
11 prívod legúr
DC zdroj prúdu

Výhody :

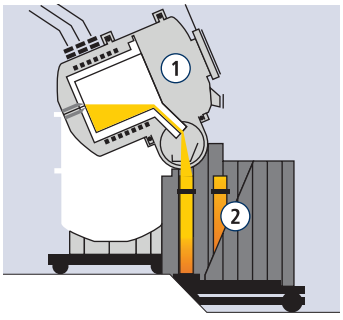
- bez nárastu vodíka
- obsah dusíka do 0,8%
- blok bez vycedenín
- minimálne mikro-segregácie
- minimálny obsah síry
- minimálny obsah nekovových vtrúsenín
- excelentné materiálové vlastnosti
- nízke straty prvkov náchylných na oxidáciu pri tavení

Vákuová metalurgia – VMR kvalita

Jedná sa o metalurgický postup výroby ocelí a zliatin so špeciálnymi technologickými vlastnosťami, v priebehu ktorého materiál prechádza minimálne v jednom kroku cez vákuovú indukčnú taviacu pec (VIM), prípadne cez vákuovú pretavovaciu pec (VLBO).
Uplatnenie vákuovej metalurgie v priebehu výroby ocele zaručuje:
- vysokohomogénnu štruktúru s vysokým stupňom čistoty, s minimálnym obsahom plynov (O, N, H) a škodlivých mikroelementov (As, Sb, Sn, Cu, Bi, Pb, Te)
- optimálnu štruktúru bloku (bez lunkrov, nízky obsah vycedenín, rovnomerná hustota)
- vákuum a ochrannú atmosféru
- vysokú izotropiu vlastností (zvlášť húževnatosť)
- výbornú leštiteľnosť

Materiály vyrábané vo VMR kvalite:
- antikorózne Cr- ocele
- antikorózne Cr-Ni ocele
- ocele pre prácu za tepla
- martenziticky vytvrditeľné ocele
- ocele Maraging
- zliatiny neželezných kovov (napr. Ni a Co)

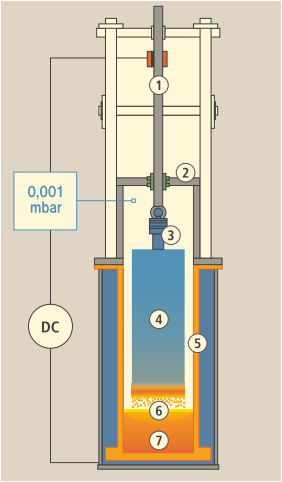
Vákuová indukčná pec VIM



1 Výklopná panva
2 Uzavretá odlievacia komora

Výhody:
- maximálna čistota
- nízky obsah plynov a škodlivých mikroelementov
- procesný čas menej ako 60 min.
- malý objem pece (16m³)

Vákuová pretavovacia indukčná pec – VLBO/VAR



1 tyč elektródy
2 horná časť pece
3 držiak
4 elektróda
5 pevná kokila
6 tekutý kov
7 blok
DC zdroj prúdu

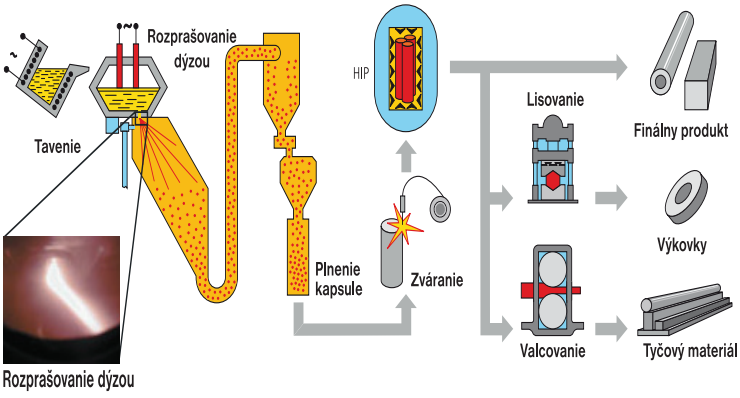
Výhody:
- Minimálny obsah plynov
- Redukcia mikroelementov Pb, Bi, Te
- Minimálna náchylnosť tvorby vycedenín
- Vysoká presnosť chemického zloženia

Oblasti použitia: lopatky turbín, tepelne a korózii odolné platne a komponenty, aplikácie pre letecký priemysel.

Prášková metalurgia – PM materiály

Základným procesom práškovej metalurgie je výroba prášku. Rozprášením taveniny na drobné kvapôčky a následným rýchlym ochladením vznikajú stuhnuté častice veľkosti rádovo 60 µm s veľmi jemným prerozdelením legúr a karbidov. Prášok sa potom plní do kapsulí a materiál je zhutňovaný horúcim izostatickým lisovaním.
Jedinečnosť výroby ocele práškovou metalurgiou dáva možnosť vzniku nástrojovým oceliam s vysokým obsahom legúr, ktoré nie sú vyrobiteľné konvenčným metalurgickým postupom a zároveň vysoko-homogénna karbidická štruktúra dáva oceliam výnimočné úžitkové vlastnosti.

Postup výroby ocelí práškovou metalurgiou



V súčasnosti hovoríme o technologickom skoku výroby ocelí práškovou metalurgiou.
Oceliareň Böhler používa práškovú metalurgiu tretej generácie. Táto technológia sa vyznačuje najjemnejším práškom, s najmenšími čiastočkami najvyššej čistoty. Ocele vyrábané touto technológiou nesú označenie **MICROCLEAN**.
Technológia MICROCLEAN umožňuje vývoj a výrobu vysokovýkonných rýchlorezných a nástrojových ocelí, ktoré vďaka zlepšeniu nižšie uvedených materiálových vlastností výrazne zvyšujú životnosť nástrojov:
- vysokohomogénna karbidická štruktúra
- vysoká odolnosť proti opotrebovaniu
- vysoká schopnosť znášať tlakové zaťaženie
- vysoká odolnosť proti korózii
- výborná brúsiteľnosť a leštiteľnosť
- vysoká huževnatosť

VÝROBNÉ POSTUPY OCELÍ A S TÝM SÚVISIACE PRÍDAVNÉ OZNAČENIA OBCHODNÝCH ZNAČIEK BÖHLER

1. **KONVENČNÁ VÝROBA**
   Štruktúra orientovaná v smere valcovania, čo spôsobuje anizotropiu vlastností v pozdĺžnom a priečnom smere.

2. **ISODISC**
   Ocele pre prácu za tepla vyrobené konvenčným metalurgickým postupom, s minimálnym obsahom plynov a vysokým stupňom čistoty vzhľadom na obsah škodlivých prvkov (napr. obsah S pod 0,005 %), nekovových vmestkov, mikro a makrovycedenín. Vďaka špeciálnemu difúznemu žíhaniu sa vyznačujú zvýšenou húževnatosťou.

3. **ESU**
   Oceľ je elektrotroskovo pretavovaná. Počas metalurgického procesu elektrotroskového pretavovania dochádza k zmenšeniu podielu, veľkosti a k zrovnomerneniu rozloženia nekovových vmestkov. Zároveň tento proces priaznivo vplýva na homogenitu chemického zloženia a rozloženia zrna v pozdĺžnom i priečnom smere.

4. **ISOBLOC**
   Metalurgický postup na báze ESU, v spojení s difúznym žíhaním a následným špeciálnym žíhacím procesom, vyvinutý **pre ocele pre prácu za tepla**.
   Ocele sa vyznačujú zvlášť nízkym obsahom síry, max. 0,003 %, vysokou homogenitou chemického zloženia v celom priereze a nízkym obsahom mikro a makro nečistôt, čo sa prejavuje zlepšením mechanických vlastností takmer nezávisle od smeru. U tyčových polotovarov a blokov veľkých rozmerov dochádza k výraznému zlepšeniu plastických vlastností v pozdĺžnom aj priečnom smere, čo zohráva veľkú úlohu u foriem s hlbokými tvarmi, kde funkčná plocha zasahuje do centrálnej časti bloku, tým sa podstatne zlepšuje životnosť a odolnosť nástrojov proti vzniku lomu.

5. **ISORAPID**
   Nová generácia výroby **rýchlorezných ocelí** technológiou taviacej metalurgie, ktorá súvisí s technologickými opatreniami v priebehu elektrotroskového pretavovania a tvárnenia za tepla. Vyznačuje sa homogénnejšou štruktúrou, zníženým a pravidelnejším výskytom makro a mikronečistôt, t. j. izotropiou vlastností v celom priereze aj u veľkých tyčí a blokov, vyššou odolnosťou proti rozmerovým zmenám, odolnosťou proti prehriatiu pri tepelnom spracovaní a zlepšenou obrábateľnosťou.

6. **ISODUR**
   Ocele pre prácu za studena vyrábané technológiou ESU, vhodné na výrobu lisovacích, ohýbacích, ťažných nástrojov a pod.

7. **ISOPLAST**
   Ocele pre výrobu vstrekovacích foriem na plasty akosti ESU.

8. **VMR**
   Špeciálne materiály, ktoré v priebehu výroby prechádzajú minimálne v jednom kroku cez vákuovú taviacu respektíve pretavovaciu pec.

9. **MICROCLEAN**
   Materiály vyrábané technológiou **práškovej metalurgie 3. generácie**. Tieto ocele sa vyznačujú dokonalou rozmerovou stálosťou, jemnozrnnou štruktúrou a prakticky izotropnými vlastnosťami.

10. **EXTRA**
    Produkty so zvláštnymi vlastnosťami, ktoré nezahŕňajú predchádzajúce charakteristiky.

11. **ISOEXTRA**
    Špeciálne materiály, ako sú ocele pre lopatky turbín, špeciálne antikorózne ocele, ocele pre letecký priemysel v akosti ESU (mimo VMR).

12. **IBO ECOMAX, ECOBLANK, ALLPLAN, ECOFINISH, SFP**
    Polotovary sú predhrubované, zbavené povrchových vád po hutnom spracovaní. Pri týchto polotovaroch sú potrebné menšie prídavky na opracovanie ako pri polotovaroch neopracovaných, valcovaných alebo kovaných, čo znamená úsporu už pri objednávaní.

13. **REGULIT**
    Jedná sa o **plechy** krížom valcované, tým pádom nie je potrebné uvažovať s anizotropiou vlastností.

14. **BHT**
    Tepelne spracovaná tyčová nástrojová a rýchlorezná oceľ – kalená a popustená. Zahŕňa výhody ako nižšia objednávacia hmotnosť z dôvodu menších prídavkov na opracovanie, vysoká flexibilita, rýchla a ľahká výroba nástrojov, vopred definovaná a zaistená kvalita tvrdosti.

PRÍDAVKY K OPRACOVANIU A TOLERANCIE

Pre trieskové opracovanie tyčovej ocele sú prídavky k opracovaniu nutné z dôvodu odstránenia povrchových vád, okují alebo oduhličenej vrstvy. Z týchto dôvodov je potrebné pri určovaní hrubých rozmerov pripočítanie prídavkov k čistým rozmerom podľa nasledovných tabuliek. Z týchto prídavkov sa musí 75 % opracovať, aby sa dosiahol kvalitný povrch.

OCEĽ VALCOVANÁ - PROFILY

	Viaclíniová valcovacia trať					Bloková valcovacia trať					
Miera na hotovo ● ■ v mm	< 13	> 13 - 26	> 26 - 35	> 35 - 51	> 51	> 53 - 63	> 63 - 80	> 80 - 100	> 100 - 125	> 125 - 160	> 160
Prídavok v mm	0.85	1.50	2.00	2.50	3.20	4.00	5.0	6.00	7.00	9.00	11.00

Viaclíniová valcovacia trať

Objednávaná šírka v mm	Prídavky ▬	Objednávaná hrúbka v mm							
		≤ 9	> 9 - 13	> 13 - 20	> 20 - 30	> 30 - 40	> 40 - 50	> 50 - 60	> 60
< 26	Z_B	1,8	1,8	2,0	2,0				
	Z_D	1,2	1,2	1,4	1,4				
> 26 - 50	Z_B	2,0	2,0	2,2	2,2	2,4	2,4		
	Z_D	1,2	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		
> 50 - 73	Z_B	2,2	2,2	2,4	2,4	2,6	2,6	2,8	3,0
	Z_D	1,4	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6
> 75 - 100	Z_B	2,4	2,4	2,6	2,6	2,8	2,8	3,0	3,2
	Z_D	1,6	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
> 100 - 125	Z_B	2,6	2,6	2,8	2,8	3,0	3,0	3,2	3,4
	Z_D	1,6	1,8	2,0	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
> 125 - 150	Z_B	2,8	2,8	3,0	3,0	3,2	3,2	3,4	3,6
	Z_D	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0
> 150 - 200	Z_B		3,0	3,2	3,2	3,4	3,4	3,6	3,8
	Z_D		1,8	2,0	2,4	2,4	2,6	2,8	3,0

Bloková valcovacia trať

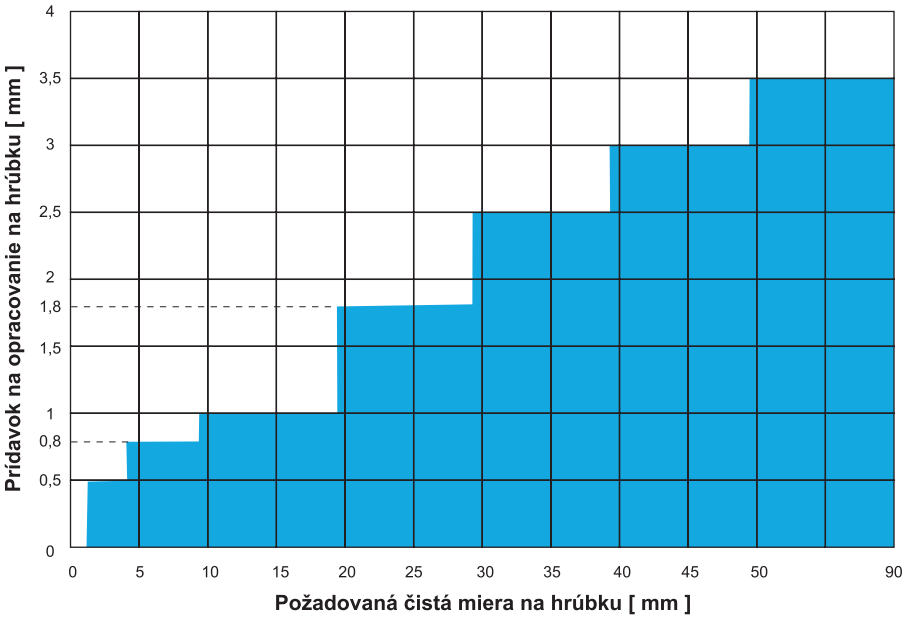
Objednávaná šírka v mm	Prídavky ▬	Objednávaná hrúbka v mm				
		15 - 20	> 20 - 25	> 25 - 35	> 35 - 50	> 50
100 - 125	Z_B		4,0	4,0	4,0	4,0
	Z_D		4,0	4,0	4,0	5,0
> 125 - 150	Z_B		5,0	5,0	5,0	5,0
	Z_D		4,0	4,5	4,5	5,0
> 150 - 175	Z_B	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	Z_D	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0
> 175 - 200	Z_B	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
	Z_D	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0
> 200 - 240	Z_B	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	Z_D	5,0	5,5	6,0	6,0	7,0
> 240 - 270	Z_B	9,0	9,0	9,5	9,0	9,0
	Z_D	6,0	6,5	7,0	7,0	8,0
> 270 - 300	Z_B	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Z_D	7,0	7,0	8,0	8,0	9,0

Z_B - prídavok na šírku
Z_D - prídavok na hrúbku

objednávaná miera = najväčšia miera na hotovo + prídavok na opracovanie

PRÍDAVKY K OPRACOVANIU A TOLERANCIE

PLECHY VALCOVANÉ ZA TEPLA



Prídavok na opracovanie na šírku [mm]	
Strihané nožnicami	4,0
Rezané kotúčovou pílou	3,0
Rezané laserom	1,5
Rezané plazmou	5,0

- plechy sú valcované v plusových toleranciách

Objednávaný rozmer = čistá miera + prídavok na opracovanie

PREDHRUBOVANÉ POLOTOVARY

Pri objednávaní doporučujeme využívať polotovary IBO ECOMAX, ECOBLANK, ALLPLAN, ktoré sú predhrubované, čo znamená, že povrch je zbavený povrchových vád.

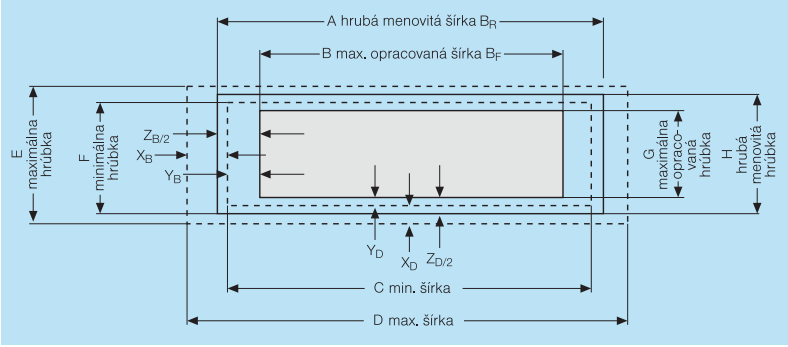
PLOCHÉ A ŠTVORHRANNÉ TYČE

PREVEDENIE ALLPLAN - obrobené zo všetkých strán

Čistý rozmer – hrúbka a šírka v mm	do 100	> 100 – 200	> 200
Prídavok na opracovanie v mm	1,00	1,5	3,00

KRUHOVÉ TYČE

Prevedenie	Označenie BÖHLER	Vyhotovenie	Rozmery v mm	Tolerancie v mm	Pozdĺžna rovinnosť	Drsnosť povrchu Ra v µm
lúpané	IBO ECOMAX	valcované za tepla	∅ 12,5 až 120	IT 12	≤ 1,0 mm/m	–
		valcované za tepla alebo kované	∅ >120 až 350	IT 14	≤ 2,0 mm/m	–
lúpané a leštené	ECOBLANK (lesklá oceľ)	valcované za tepla	∅ 12,5 až 120	IT 9, IT 10, IT 11 a väčšie	≤ 1,0 mm/m	0,5
		valcované za tepla alebo kované	∅ >100 až 350*	IT 11 a väčšie	≤ 2,0 mm/m	3,2
* Nástrojové ocele sa vyrábajú len do priemeru ∅ 120 mm						



Najväčší vyrobiteľný čistý rozmer = menovitý rozmer mínus prídavok na opracovanie

Y_B, Y_D prípustná hĺbka vád
Y_B, Y_D prípustné odchýlky zahrňujúce:
a) rozmerové odchýlky
b) odchýlky priečneho prierezu
Z_B, Z_D tolerancie opracovania

PREVEDENIE IBO ECOMAX

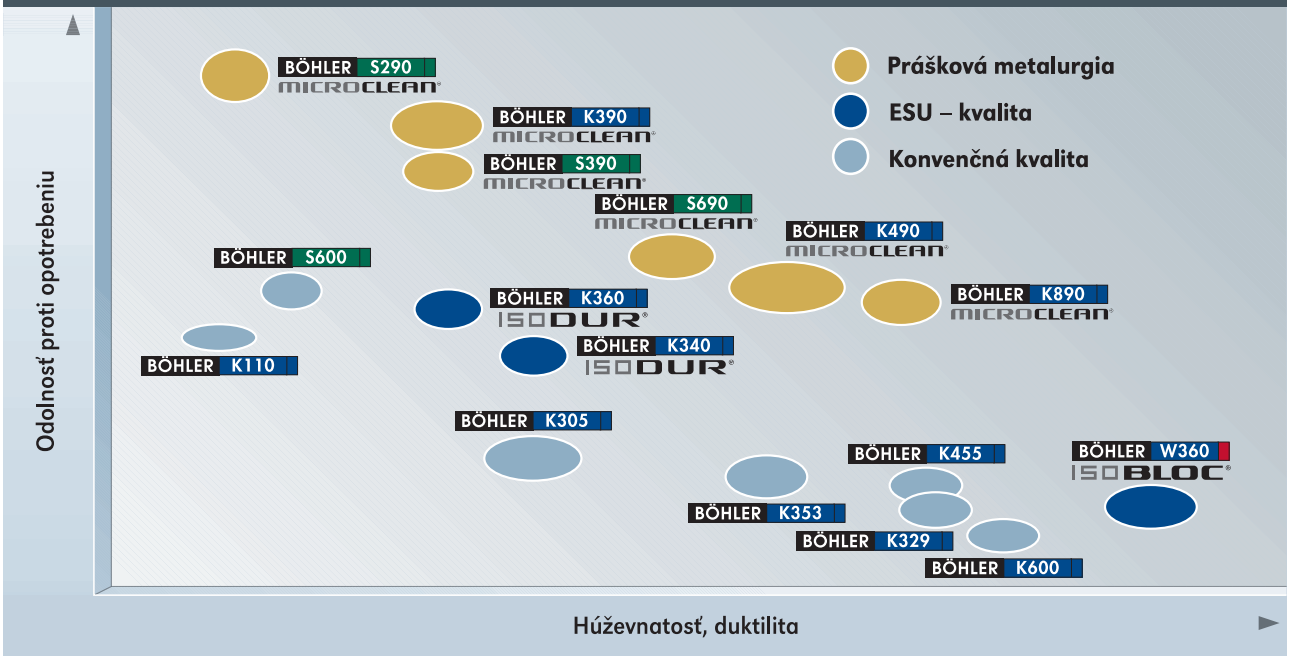
Menovitý rozmer v mm	Prídavok na opracovanie v mm
∅ 12,5 až 25	0,5
∅ 25 až 63	0,8
∅ 63 až 100	1,0
∅ 100 až 160	1,5
∅ 160 až 250	2,0
∅ 250 až 315	2,5
∅ 315 a viac	3,0

Podľa normy EN ISO 4957 : 1999 sú ocele pre prácu za studena definované nasledovne:
Nelegované alebo legované nástrojové ocele pre účely použitia pri ktorých vo všeobecnosti teplota povrchu je pod teplotou 200 °C.

BÖHLER TOP PRODUKTY POUŽÍVANÉ V OBLASTI PRE PRÁCU ZA STUDENA

MICROCLEAN®	Ocele vyrábané práškovou metalurgiou 3. generácie
ISODUR®	Ocele pre prácu za studena v ESU – kvalite (Elektrotroskové pretavovanie)
ISOBLOC®	Ocele pre prácu za tepla v ESU – kvalite (Elektrotroskové pretavovanie)

Relatívne porovnanie odolnosti proti opotrebeniu a húževnatosti v závislosti na výrobných technológiách



HLAVNÉ VLASTNOSTI OCELÍ PRE PRÁCU ZA STUDENA VPLÝVAJÚCE NA VÝKON NÁSTROJA

- **Odolnosť proti opotrebeniu** (tvrdosť; tvar, množstvo a rozloženie karbidov)
- **Húževnatosť**
- **Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu** – medza klzu v tlaku – odolnosť proti plastickej deformácii
- **Odolnosť proti popusteniu**
- **Malá náchylnosť na deformáciu pri tepelnom spracovaní** (rozmerová stabilita)

Odolnosť proti opotrebeniu

Pri tvárnení kovov obvykle spolupôsobí viac druhov opotrebenia (adhezívne, erozívne, únavové a iné). **Odolnosť proti opotrebeniu** je vo veľkej miere úmerná tvrdosti a odolnosti proti plastickej deformácii a taktiež je závislá na odolnosti proti dodatočnému popusteniu, ale predovšetkým ju ovplyvňuje množstvo, druh, tvar a rozloženie karbidov. Odolnosť proti opotrebeniu závisí od obsahu uhlíka a karbidotvorných prvkov, najmä od V, ale taktiež aj od Mo, W a Cr.

Húževnatosť

Húževnatosť nástrojových ocelí a ich odolnosť proti krehkému porušeniu výrazne ovplyvňuje:

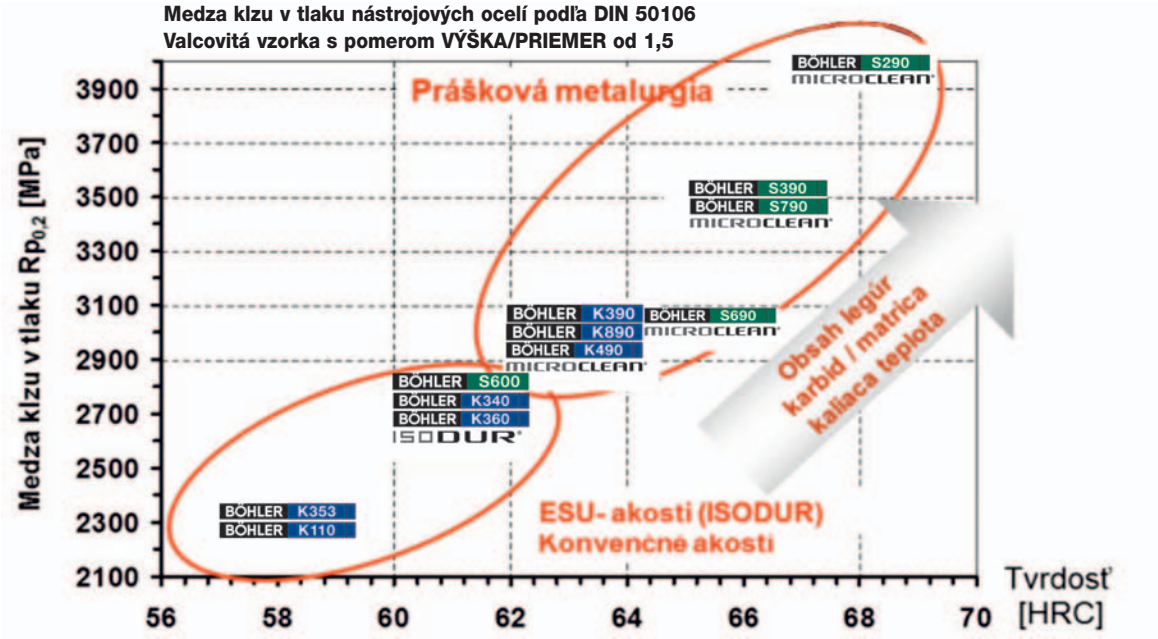
- Chemické zloženie ocele
- Stupeň čistoty
- Stupeň prekovania
- Veľkosť austenitického zrna
- Množstvo, veľkosť a rozloženie karbidických a iných fáz
- Vnútorné napätia

Húževnaté nástrojové ocele sa okrem vysokej pevnosti vyznačujú aj vysokou **duktilitou**. Pod duktilitou sa rozumie schopnosť materiálu znášať deformácie pri cyklickom zaťažení plasticky bez krehkého porušenia. Ťažnosť je charakteristická materiálová vlastnosť a používa sa k určeniu duktility. Materiál s vyššou ťažnosťou má vyššiu bezpečnosť proti vzniku lomu.

Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu

Po prekročení medze klzu v tlaku nástrojovej ocele nastáva **plastická deformácia**, čo u nástrojov spôsobuje zmenu tvaru resp. poškodenie. Odolnosť proti tlakovému namáhaniu zvyšuje tvrdosť. **Tvrdosť** pri nástrojových oceliach závisí od popustenej martenzitickej matrice, od tvrdosti prítomných karbidických fáz a ich vytvrdzovacieho účinku.

Porovnanie odolnosti vybraných ocelí Böhler proti tlakovému namáhaniu



Odolnosť proti popusteniu

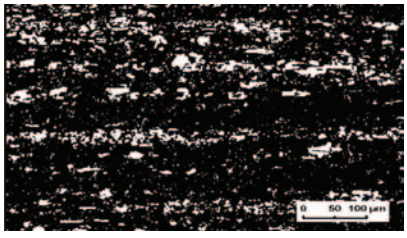
Zvýšená odolnosť proti popusteniu sa dosahuje legovacími prvkami, ktoré posúvajú jednotlivé deje prebiehajúce pri popúšťaní zakalených ocelí k vyšším teplotám.

VPLYV TECHNOLÓGIE VÝROBY NÁSTROJOVEJ OCELE NA ŽIVOTNOSŤ NÁSTROJOV

Konvenčná metalurgia

Nástroje vyrábané z materiálov konvenčnej kvality dosahujú nižšie životnosti ako nástroje z materiálov ESU kvality (elektrotroskovo pretavované), či PM materiálov (vyrábané práškovou metalurgiou). Je to spôsobné nasledovnými dôvodmi:

- Materiály vyrábané konvenčnou metalurgiou majú hrubozrnnú štruktúru, tvorenú hrubými karbidmi.
- Karbidy sa ukladajú v smere valcovania do riadkov. Riadkovitosť je najvýraznejšia v strede veľkých priemerov.
- Nehomogénne vlastnosti a tým aj rozdielne rozmerové zmeny v pozdĺžnom a priečnom smere.
- Nižší stupeň čistoty.
- Nižšia húževnatosť vyplývajúca z nízkej homogenity štruktúry.

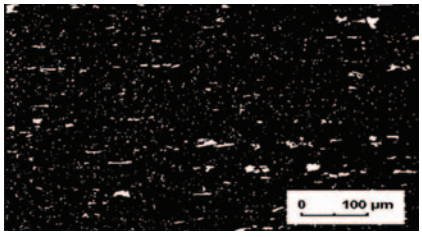


Mikroštruktúra ocele vyrábanej konvenčnou metalurgiou (oceľ 1.2379)

Elektrotroskové pretavovanie (ESU-kvalita)

Nástroje vyrábané z materiálov ESU kvality (elektrotroskovo pretavované) sa vyznačujú nasledovnými vlastnosťami:

- Vynikajúca čistota štruktúry – minimálny obsah síry a nekovových vmestkov.
- Homogénna štruktúra v celom priereze aj pri veľkých priemeroch.
- Rovnomerné rozmerové zmeny v pozdĺžnom a priečnom smere.
- Vďaka homogénnejšej štruktúre ocele ESU kvality majú zároveň oproti oceliam vyrobených konvenčnou metalurgiou výrazne vyššiu húževnatosť pri porovnateľnej odolnosti proti opotrebovaniu.

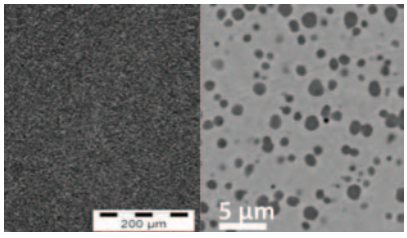


Mikroštruktúra ocele vyrábanej konvenčnou metalurgiou (Böhler K340 ISODUR)

Prášková metalurgia 3. generácie – MICROCLEAN

Ocele pre najvyššie požiadavky:

- Jemné, rovnomerne rozložené karbidy
- Najvyššia metalurgická čistota
- Izotropné vlastnosti
- Maximálna odolnosť proti opotrebeniu pri súčasne vysokej húževnatosti
- Vysoká tvrdosť
- Veľmi dobrá rozmerová stabilita
- Vysoká tlaková odolnosť
- Dobrá leštiteľnosť



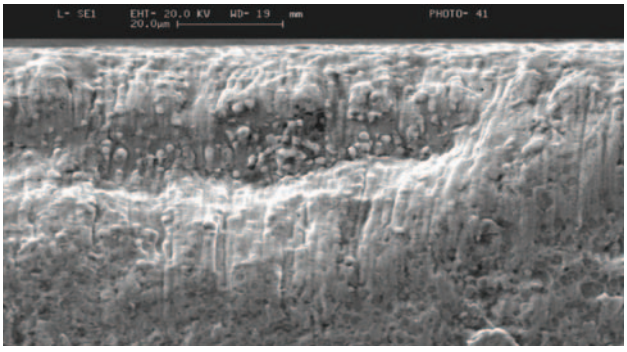
Mikroštruktúra ocele vyrábanej práškovou metalurgiou (Böhler K390 MICROCLEAN)

MECHANIZMY POŠKODENA NÁSTROJOV PRE PRÁCU ZA STUDENA A MOŽNOSTI VYHNÚŤ SA ICH VZNIKU

Abrazívne opotrebenie

Pri abrázii (abrazívnom opotrebovaní) dochádza v dôsledku pohybu dvoch povrchov v kontakte (napr. strižný nástroj, strihaný materiál) k oddeľovaniu a premiestňovaniu čiastočiek materiálu. Pri nástrojoch pre prácu za studena dochádza hlavne k erózii matrice nástroja. Tento proces spomaľujú karbidy.

Abrazívne opotrebovanie – erózia matrice
Riešenie:
Materiály s vysokopevnou matricou s tvrdou karbidickou zložkou.

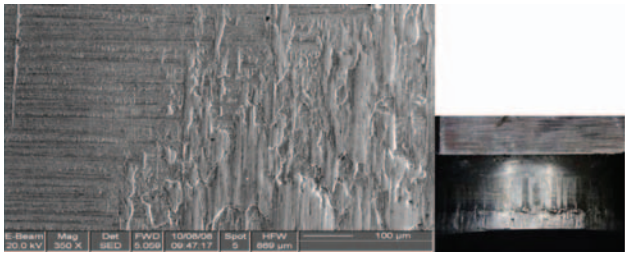


Abrazívne opotrebenie na strižnej hrane

Adhezívne opotrebenie

Adhezívne opotrebenie je charakterizované oddeľovaním a premiestňovaním častíc materiálu v miestach, v ktorých dochádza pri vzájomnom pohybe k tesnému priblíženiu a k mikronávaru na stykovej ploche. Častice vytrhávané z materiálu môžu naspäť priľnúť k jednému, alebo k druhému funkčnému povrchu, alebo sa môžu medzi funkčnými povrchmi pohybovať.
Adhézia obzvlášť vzniká, keď medzi vzájomne pohybujúcimi povrchmi nie je žiadna oddeľujúca vrstva.
Jedným z riešení pre vznik, respektíve zmiernenie adhezívneho opotrebovania je povlakovanie nástroja, prípadne použitie nástrojovej ocele s prídavkom hliníka, ktoré vytvárajú na povrchu nástroja jemnú oxidickú vrstvu. Patria sem materiály Böhler K340 ISODUR a Böhler K360 ISODUR.
Zároveň sú tu riešením nástrojové ocele s vysokopevnou matricou s vysokým podielom jemných karbidov, s pravidelným rozdelením. Takéto vlastnosti ponúkajú ocele vyrábané práškovou metalurgiou

Adhezívne opotrebenie – mikronávary, oddeľovanie a premiestňovanie častíc materiálu na nástroji
Riešenie:
Povlakovanie.
Použitie ocelí s obsahom Al (Böhler K340 ISODUR, Böhler K360 ISODUR).
Použitie ocelí vyrábaných práškovou metalurgiou (PM Materiály).



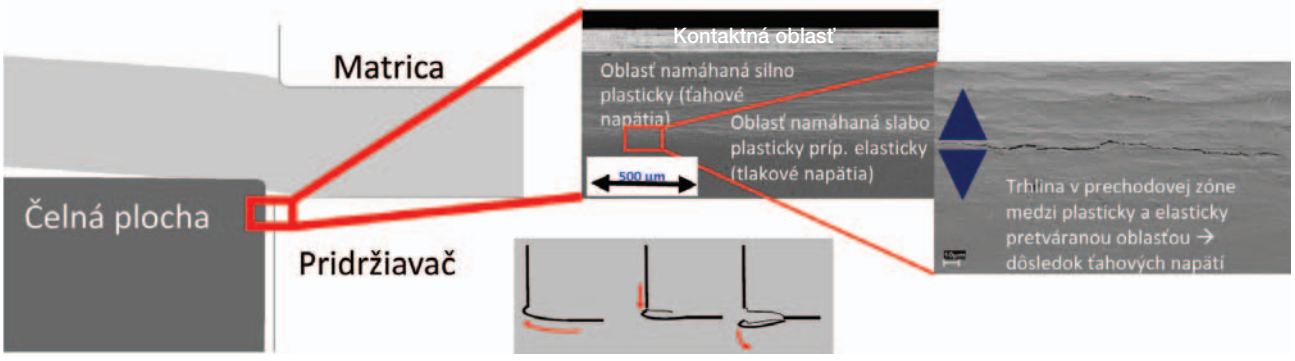
Adhezívne opotrebenie na strižnej hrane

Únava

Pod únavou materiálu sa rozumie vznik a rast trhliny v dôsledku cyklického namáhania. Únavová trhlina vzniká v prechodovej zóne medzi silne plasticky a slabo plasticky až elasticky namáhanou časťou nástroja, v dôsledku ťahových napätí.
Typickým poškodením nástroja v dôsledku únavy sú vyštiepenia na činnej časti.

Príklad poškodenia strižníka pre presné strihanie – vyštiepenia na činnej časti

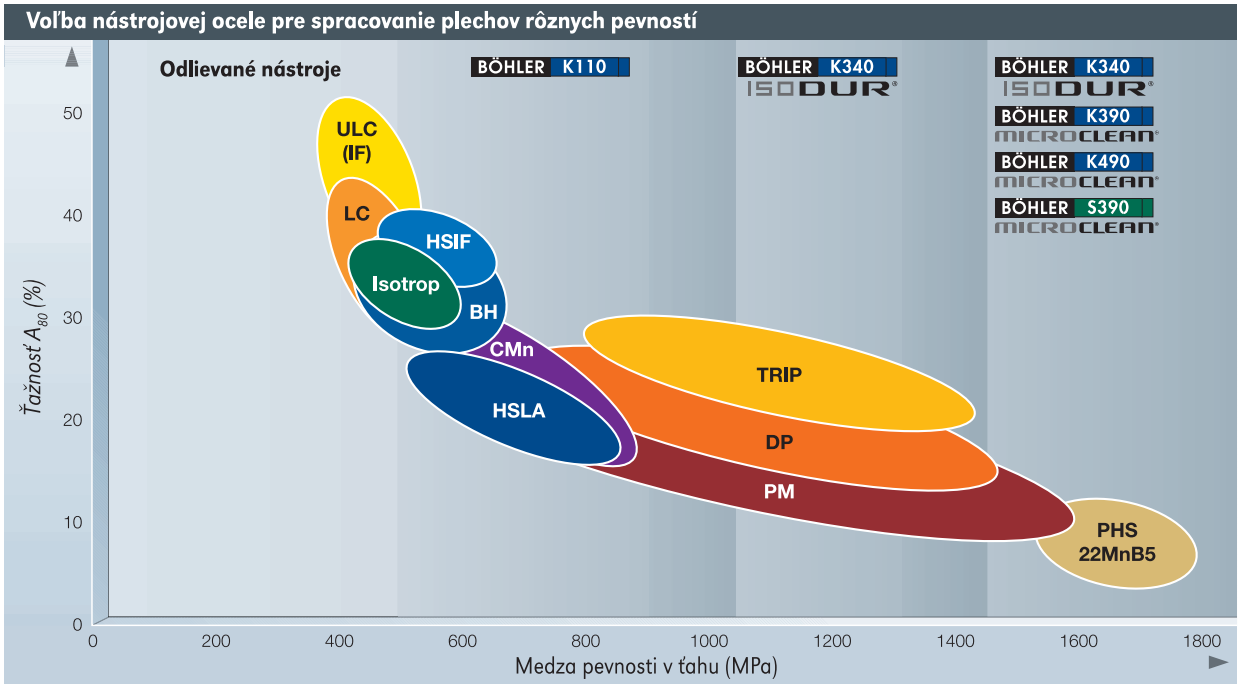
Únavové opotrebenie – vyštiepenie, plastická deformácia
Riešenie:
Pre nástroje používať materiály s vysokou homogenitou štruktúry, s minimálnou veľkosťou vnútorných chýb (malé karbidy, minimálny obsah nekovových vmestkov), s vysokou medzou klzu a duktilitou.



Mechanizmus poškodenia nástroja v dôsledku únavového opotrebenia

STRIHANIE/DIEROVANIE VYSOKOPEVNÝCH PLECHOV

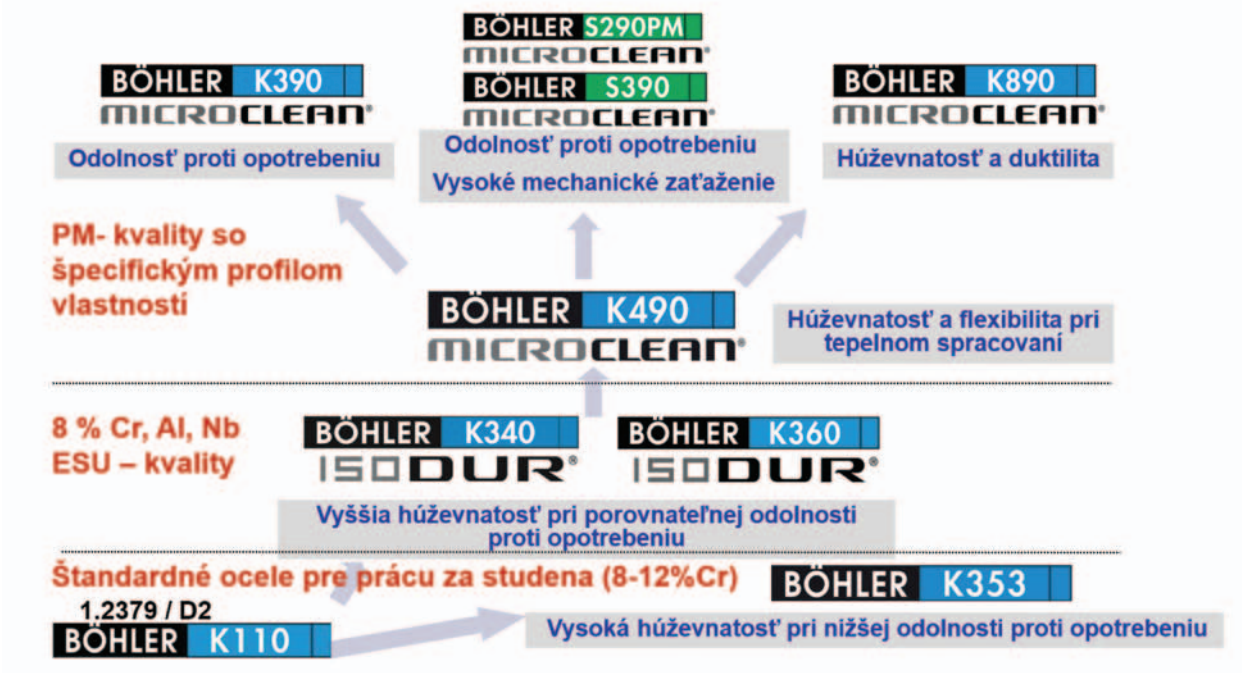
Z dôvodu úspory váhy, zmenšovaniu nosných prierezov namáhaných dielov a zvyšovania tuhosti karosérie sa stále viac používajú vysokopevné materiály. Súčiastky tak dosahujú medzu pevnosti v ťahu až nad 1500 MPa.



- *ULC* — *Ultra low carbon steels* / *Super nízko uhlíkové ocele*
- *LC* — *Low carbon steels* / *Nízko uhlíkové ocele*
- *HSIF* — *High strength IF steels* / *Vysoko pevné IF ocele*
- *Isotrop* — *Isotropic steels* / *Izotropné ocele*
- *BH* — *Bake-hardening steels* / *BH ocele*
- *HSLA* — *High-strength low alloyed steels* / *Vysoko pevné nízko legované ocele*
- *TRIP* — *Transformation induced plasiticity steels* / *Ocele s transformačne vyvolanou plastickosťou*
- *CMn* — *Carbon manganese steels* / *Uhlíkové mangánové ocele*
- *DP* — *Dual phase steels* / *Dvojfázové ocele*
- *PM* — *Partial martensitic steels* / *Čiastočné martenzitické ocele*
- *PHS* — *Presshardened steels* / *Termo-mechanicky spracované ocele*

VOĽBA VHODNEJ NÁSTROJOVEJ OCELE PRE PRÁCU ZA STUDENA

Orientačná schéma pre správny výber Böhler ocelí pre prácu za studena



VOĽBA VHODNEJ NÁSTROJOVEJ OCELE PRE RÔZNE OBLASTI PRE PRÁCU ZA STUDENA

Ocele pre prácu za studena je možné použiť v rôznych oblastiach.
- **strihanie a dierovanie**
- **razenie mincí**
- **tvárnenie za studena**
- **oblasť priemyselných a strojných nožov**

UPOZORNENIE: Porovnávanie hodnôt jednotlivých vlastností je výrazne závislé na tepelnom spracovaní.

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE STRIHANIE A DIEROVANIE

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K100	★★★	★	★	★	★★
BÖHLER K110	★★★	★	★	★★	★★
BÖHLER K305	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER K353	★★	★★★	★★★★★	★★	★★
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER K890 MICROCLEAN®	★★★	★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER K455	★	★	★★★★★	★	★
BÖHLER K600	★	★	★★★★★	★	★
BÖHLER S600	★★	★★	★	★★★	★★
BÖHLER S290 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★	★★★★★	★★★★
BÖHLER S390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER S690 MICROCLEAN®	★★★★	★★★	★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★	★	★★★★★★	★	★★

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE RAZENIE MINCÍ

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER K455 *	★★	★	★★★★★	★★	★
BÖHLER K605	★	★	★★★★★	★	★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K890 MICROCLEAN®	★★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★

* možnosť výroby na požiadanie v ESU kvalite a taktiež vo VMR kvalite

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE TVÁRNENIE ZA STUDENA

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K110	★★★	★	★	★★	★★
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER K353	★★	★★★	★★★★★	★★	★★
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★	★★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER K890 MICROCLEAN®	★★★	★★★	★★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER S390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER S690 MICROCLEAN®	★★★★	★★★	★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★	★	★★★★★★	★	★★

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ PRE PRIEMYSELNÉ A STROJNÉ NOŽE

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebeniu		Húževnatosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu	Rozmerová stabilita
	Abrazívne opotrebenie	Adhezívne opotrebenie			
BÖHLER K110	★★★	★★	★	★★	★★
BÖHLER K306	★	★	★★★	★	★
BÖHLER K329	★★	★	★★★	★★	★
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★	★★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K353	★★★	★★★★	★★★	★★	★★
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★★★★	★★	★★★	★★★
BÖHLER K490 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER K600	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER S600	★★	★★★	★	★★★	★★
BÖHLER W302 ISOBLOC®	★	★	★★★★	★	★
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★	★	★★★★★★	★	★★

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr					
Obsah prvkov v %	2,0	0,25	0,35	11,50					
Normy	DIN / EN < 1.2080 >, X210Cr12, AISI ~D3, STN 19 436								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 248 HB								

CHARAKTERISTIKA

Štandardná ledeburitická 12 %-tná chrómová oceľ odolávajúca rozmerovým zmenám.

POUŽITIE

Strižné a lisovacie nástroje, strižníky pre vysokovýkonné strihy a veľmi komplikované postupové a združené strižné nástroje predovšetkým pre elektrotechnický priemysel, hodinársky priemysel, na diely kovacích strojov, na výrobu konzervárenských nádob, kartonáže, vysoko namáhané razníky všetkých druhov, zuby pílových listov, škrabky, repasovacie náradie pre veľké počty kusov, nože nožníc vysokých strižných výkonov na strihanie plechov do hrúbky 4 mm, nože na strihanie drôtov, obstrihovacie nástroje.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
940 až 970 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie: olej, soľný kúpeľ (220 až 250 °C alebo 500 až 550 °C), vzduch, tlak vzduchu – kalenie na vzduchu maximálne do hrúbky **25 mm** pri teplotách kalenia na hornej hranici intervalu kaliacich teplôt.

POPÚŠŤANIE
Realizovať hneď po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.
Výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny. V niektorých prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou, ochladzovanie na vzduchu.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

kaliaca teplota 950 °C
kaliaca teplota 1 000 °C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

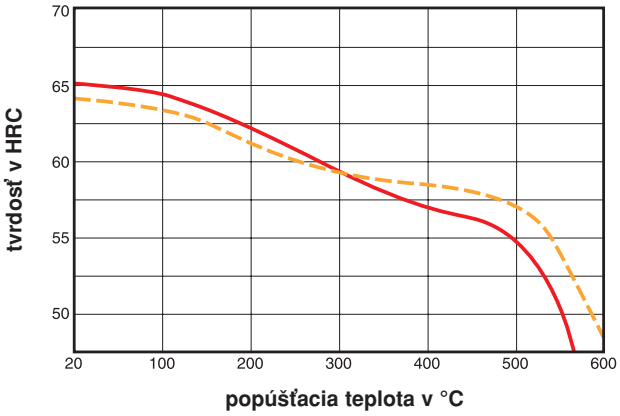
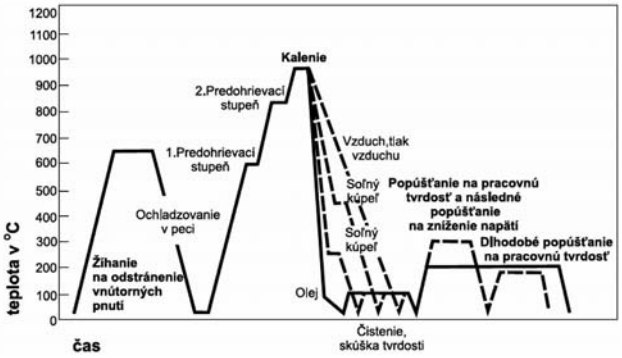


Schéma tepelného spracovania legovaných ocelí pre prácu za studena s teplotou austenitizácie nad 900 °C až 1000 °C (napr. ***Böhler K100, K107****).*



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	20,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,65	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,5	11,0	11,0	11,5	12,0	12,0

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, špeciálne žíhané, predhrubované IBO ECOMAX, mm

13,5	14,5	15,5	16,5	18,5	20,5	22,5	25,5	28,5	30,5	32,8	35,8	38,8	40,8	45,8	50,8	55,8
60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	96,0	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5	126,5	131,5	136,5	141,5
151,5	162,0	172,0	182,0	192,0	202,0	212,0	222,0	232,0	242,0	252,5	262,5	272,5	282,5	292,5	302,5	312,5
323,0	333,0	353,0	363,0	453,0												

▬ Ploché tyče, špeciálne žíhané, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm													
	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	16,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	80,0	100,0
20,0					▬									
25,0		▬	▬	▬	▬		▬							
30,0		▬	▬	▬	▬		▬	▬						
35,0	▬	▬	▬	▬	▬		▬	▬						
40,0	▬	▬	▬	▬	▬		▬	▬	▬					
45,0							▬							
50,0	▬	▬	▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬				
60,0	▬	▬	▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬			
70,0			▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬		
80,0		▬	▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬		
90,0			▬		▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬		
100,0			▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	
120,0			▬	▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	
130,0							▬	▬	▬	▬	▬			
140,0									▬					
150,0					▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
160,0							▬	▬	▬	▬	▬	▬		
180,0							▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	
200,0						▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
220,0									▬	▬				
250,0							▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	
300,0							▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	
350,0										▬	▬	▬		
400,0										▬		▬	▬	

● Kruhové tyče valcované, kalibrované, povrch neopracovaný, mm

10,0	12,0

■ Štvorhranné tyče, špeciálne žíhané, tryskané, mm

16,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0
50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
120,0	150,0	200,0			

▬ Plechy krížom valcované, povrch neopracovaný, šírka 1000–1250, dĺžka 2000–3200

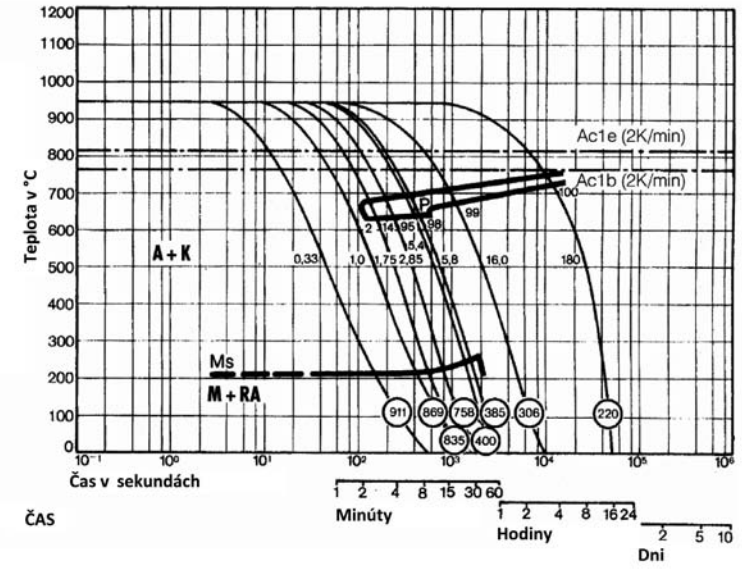
Hrúbka v mm					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
	4,0	4,5	5,0	6,0	8,0

▬ Platne špeciálne žíhané, tryskané, 1020 x 2500–4000 mm

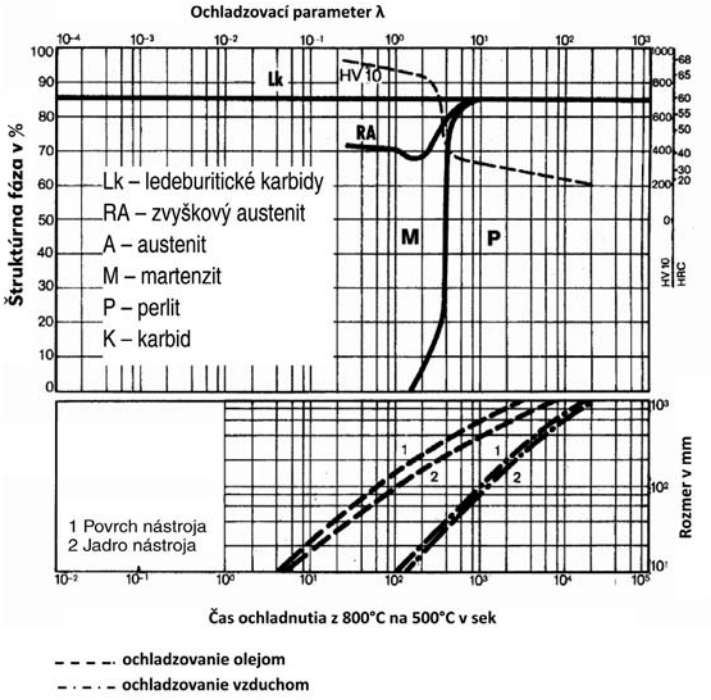
Hrúbka v mm				
	10,0	12,0	15,0	20,0
	30,0			

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

Teplota austenitizácie: 950°C, výdrž: 30 minút
○.... hodnota tvrdosti v HV, 2.....100 % fázový podiel v %
λ = 0,33...180 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
2K/min....ochladzovacia rýchlosť v K/min v oblasti od 800°C do 500°C



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W		
Obsah prvkov v %	1,60	0,35	0,30	11,50	0,60	0,30	0,50		
Normy	DIN / EN < 1.2601 >, X165CrMoV12, AISI ~D2, STN 19 572								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 250HB								

CHARAKTERISTIKA

Ledeburitická chrómová oceľ s dobrou odolnosťou proti opotrebeniu, húževnatosťou a rozmerovou stálosťou, kaliteľná na vzduchu, vhodná k nitridácii v kúpeli, plazmou aj v plyne.

POUŽITIE

Vysokovýkonné strižné nástroje (matrice a razníky), lisovacie nástroje, taktiež nástroje na opracovanie dreva, nože nožníc pre tenkostenné strihy, nástroje k valcovaniu závitov, ťažné, hlbokoťažné a pretláčacie nástroje, lisovacie nástroje pre keramický a farmaceutický priemysel. Pracovné valce pre valcovacie stolice viacúčelových profilovacích tratí pre valcovanie za studena, meradlá, malé formy na plasty, od ktorých je požadovaná vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 do 700 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
980 až 1010 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ **(220 až 250 °C, alebo 500 až 550 °C), N_2**, tlak vzduchu, vzduch. Pri tvarovo zložitých nástrojoch alebo nástrojoch s ostrými hranami uprednostniť miernejšie ochl. prostredie – vzduch.
Ak má byť nástroj následne nitridovaný, prípadne sa bude realizovať povlakovanie, odporúča sa tepelné spracovanie na sekundárnu tvrdosť, potom je austenitizačná teplota **1 050–1 080 °C** s následným popúšťaním na **sekundárnu tvrdosť.**

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení. Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V niektorých prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.
Pri tepelnom spracovaní na sekundárnu tvrdosť (kalenie z vyšších teplôt), realizovať viacnásobné popúšťanie, minimálne 2x. Teplota prvého popúšťania 520 °C, posledné popúšťanie 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

kaliaca teplota 980 °C
kaliaca teplota 1 080 °C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

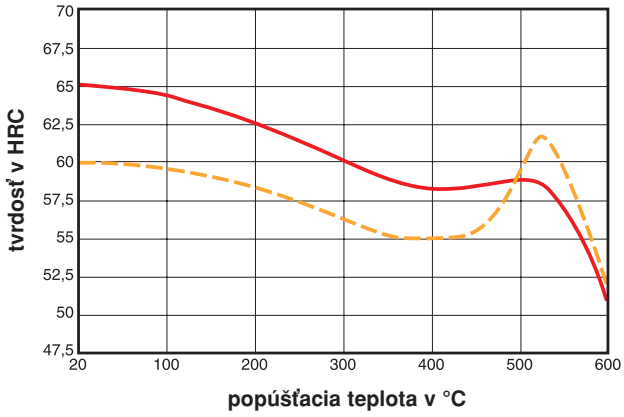


*Schéma tepelného spracovania pre **Böhler K105** je zobrazená na strane 21 v materiálovom liste **Böhler K110.***

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, špeciálne žíhané, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
15,5	20,5	25,5	30,5	32,8	35,8	40,8	45,8
50,8	55,8	60,8	66,0	71,0	81,0	91,0	101,5
111,5	116,5	121,5	131,5	141,5	162,0	182,0	

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	20,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,65	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,5	11,0	11,0	11,5	12,0	12,0

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	W				
Obsah prvkov v %	2,10	0,25	0,40	11,50	0,70				
Normy	DIN / EN < 1.2436 >, X210CrW12, AISI ~D6, STN 19 437								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 250HB								

CHARAKTERISTIKA

Cr – W ledeburitická oceľ, vyznačuje sa vysokou odolnosťou proti opotrebeniu oterom, rozmerovo stála, kaliteľná na vzduchu.

POUŽITIE

Vďaka vysokej odolnosti proti opotrebeniu oterom je BÖHLER K107 vhodná na razníky a matrice pre vysokovýkonné a tvarovo náročné postupové a združené strižné nástroje, najmä pre elektrotechnický priemysel, výrobu konzervárenských nádob, kartonáž, nože nožníc pre strihanie plechov do hrúbky 4 mm, ťažné, hlbokoťažné a pretláčacie nástroje, nástroje pre valcovanie závitov, nástroje pre valcovanie za studena pre viaclíniové valcovacie trate, lisovacie nástroje pre keramický a farmaceutický priemysel, tiež škrabky a repasovacie nástroje pre veľké série, preťahovacie tŕne, vysokonamáhané nástroje na opracovanie dreva, meradlá, formy na plasty.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 do 700 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
Stupňovitý ohrev na austenitizačnú teplotu **950 až 980 °C**. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom prierezu **15 až 30 minút**. Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (220 až 250 °C, alebo 500 až 550 °C) vzduch, tlakom vzduchu.
Dosiahnuteľná tvrdosť po kalení **64–66 HRC** (pred popustením).
Pri špeciálnom tepelnom spracovaní, napr. pred následným nitridovaním, austenitizačná teplota **1 020 °C**, popúšťanie pri **500 °C**, dosiahnuteľná tvrdosť po kalení cca. **58 HRC** (pred popustením).

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení. Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V niektorých prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

kaliaca teplota 950 °C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

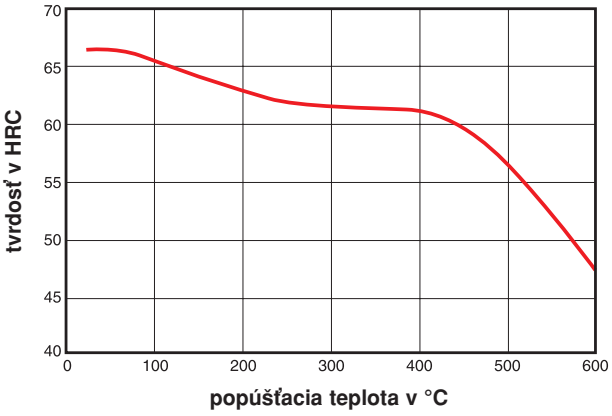


*Schéma tepelného spracovania pre akosť **Böhler K107** je zobrazená na str. 16 v materiálovom liste **Böhler K100**.*

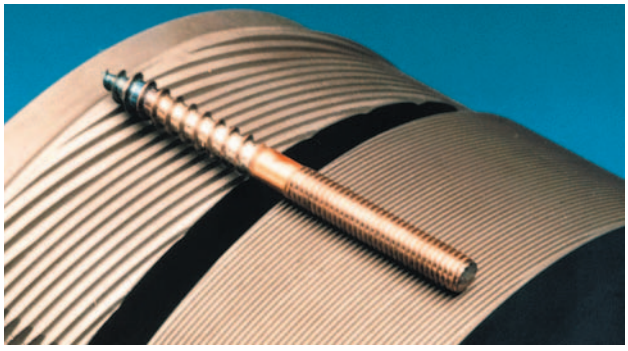
ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, špeciálne žíhané, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
15,5	16,5	20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8
50,8	55,8	60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	91,0
101,5	106,5	111,5	121,5	131,5	141,5	151,5	162,0
182,0	192,0	202,0	252,5	262,5	302,5		

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	20,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,65	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti v ťahu	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	10,5	11,0	11,0	11,5	12,0	12,0



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	1,55	0,30	0,30	11,30	0,75	0,75			
Normy	DIN / EN < 1.2379 >, X153CrMoV12, AISI D2, STN 19 573								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 250HB								

CHARAKTERISTIKA

Cr – Mo – V ledeburitická nástrojová oceľ s vysokým obsahom uhlíka a chrómu. Oceľ sa vyznačuje vysokou odolnosťou proti abrazívnemu opotrebeniu, dobrou húževnatosťou a rozmerovou stálosťou. Kaliteľná na vzduchu, veľmi vhodná pre kalenie vo vákuu.

POUŽITIE

Vysokovýkonné strižné nástroje (matrice, razníky) na strihanie hrubších a tvrdších materiálov, od ktorých sa vyžaduje vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu a zároveň dobrá húževnatosť, nože nožníc na strihanie tenkých vrstiev, nástroje pre lisovaciu techniku, valcovanie závitov, pracovné valce pre valcovanie za studena na viaclíniových valcovacích tratiach, pretláčacie, ťažné a hlbokoťažné nástroje, lisovacie nástroje pre keramický a farmaceutický priemysel. Nástroje pre opracovanie dreva, meradlá a malé formy na plasty, od ktorých sa vyžaduje vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	do 3 mm	60	61
	3–6 mm	58	61
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou 600 až 1000 MPa	do 3 mm	58	61
	3–6 mm	56	60
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	4–8 mm	58	60
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	do 1 mm	60	61

DODÁVANÝ SORTIMENT

Oceľ BÖHLER K 110 sa dodáva v širokom sortimente v rôznych vyhotoveniach vo forme tyčí, platní, plechov. V prípade požiadavky je možné dodať kalené a popustené tyče predpísaných rozmerov a tvrdostí (tzv. BHT) – dostupnosť je potrebné vždy preveriť.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 až 700 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 020 až 1040 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Pre získanie vyššej húževnatosti, alebo ak má byť nástroj nitridovaný, prípadne sa bude realizovať povlakovanie, odporúča sa tepelné spracovanie na sekundárnu tvrdosť, potom je austenitizačná teplota:
1 060–1 080 °C s následným popúšťaním na sekundárnu tvrdosť.
Ochladzovacie prostredie: tvarovo zložité nástroje/vzduch, tvarovo jednoduchšie nástroje/tlak vzduchu, olej, soľný kúpeľ (220–250 °C alebo 500–550 °C).

POPÚŠŤANIE
Realizovať hneď po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu, v niektorých prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.
Pri tepelnom spracovaní na sekundárnu tvrdosť (kalenie z teplôt 1 060–1 080 °C) realizovať viacnásobné popúšťanie, minimálne 2x. Teplota prvého popúšťania 520 °C, posledné popúšťanie 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

kaliaca teplota 1 030 °C
kaliaca teplota 1 070 °C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

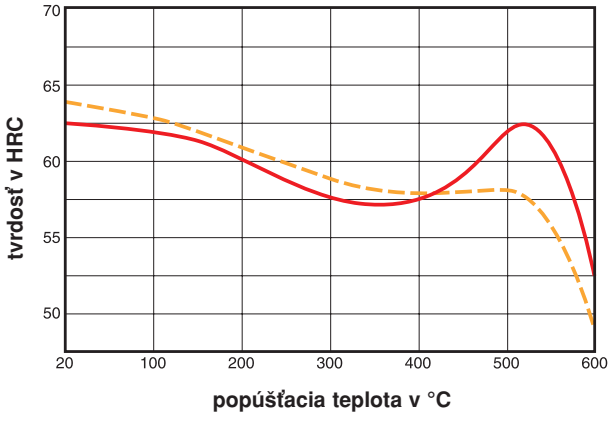
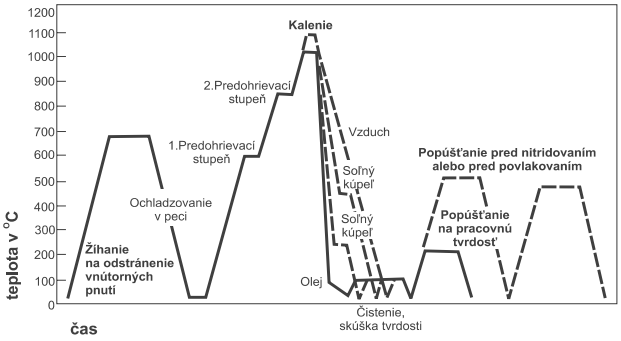


Schéma tepelného spracovania pre akosti Böhler K110 a K105.



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,67	kg/dm³
Tepelná vodivosť	23,9	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	470	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,65	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	200 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,0	11,4	11,9	12,2	12,7	12,8	12,1

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, špeciálne žíhané, predhrubované IBO ECOMAX, mm, valcované a kalibrované, povrch neopracovaný

10	12	14,5	15,5	16,5	18,5	20,5	22,5	25,5	28,5	30,5	32,8	35,8	38,8	40,8	45,8	50,8
55,8	60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	96,0	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5	126,5	131,5	136,5
141,5	151,5	156,5	162,0	172,0	177,0	182,0	187,0	192,0	202,0	207,0	212,0	217,0	222,0	227,0	232,0	242,0
252,5	262,5	272,5	282,5	292,5	302,5	312,5	323,0	333,0	343,0	353,0	358,0	363,0	373,0	383,0	403,0	413,0
423,0	453,0	483,0	503,0	553,0												

▬ Ploché tyče, špeciálne žíhané, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm																							
	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	100,0	120,0	125,0	130,0	150,0	155,0	200,0	205,0	250,0	255,0	280,0	285,0	300,0
20,0	▬	▬																						
30,0	▬	▬	▬	▬																				
40,0	▬	▬	▬	▬	▬																			
50,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬																	
60,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬																
70,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬															
80,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬															
90,0			▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬															
100,0	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬													
120,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬													
130,0			▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬															
140,0							▬																	
150,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬												
160,0			▬		▬		▬	▬	▬	▬	▬													
180,0			▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬															
200,0			▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬												
220,0					▬		▬	▬																
250,0			▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬				▬								
300,0				▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬												
350,0							▬	▬	▬													▬		
360,0															▬									
400,0							▬	▬	▬		▬	▬	▬			▬		▬		▬				
500,0																▬				▬			▬	
600,0																▬								▬
610,0														▬			▬		▬		▬			

■ Štvorhranné tyče, špeciálne žíhané, tryskané, mm

20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0
50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
120,0	130,0	150,0	160,0	180,0	200,0

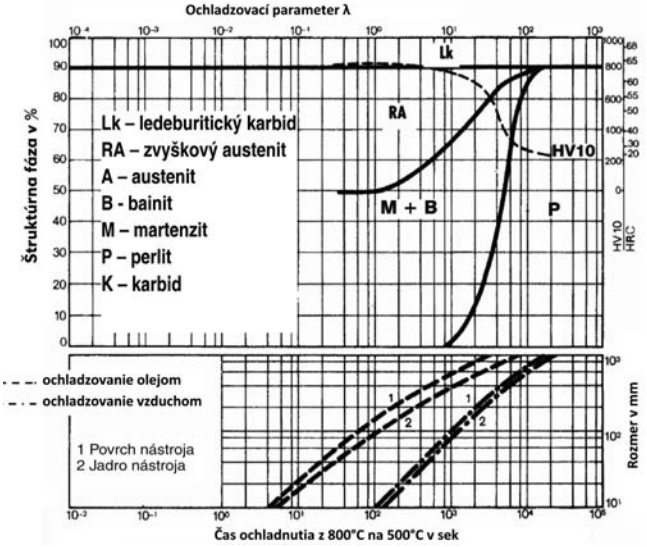
▬ Plechy krížom valcované, povrch neopracovaný, šírka 1000, dĺžka 2000 mm

Hrúbka v mm	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	8,0
	8,5	10				

▬ Platne špeciálne žíhané, tryskané

Hrúbka v mm	12,0	15,0	20,0	22,0	25,0	28,0
	30,0	35,0	40,0	50,0	55,0	

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr					
Obsah prvkov v %	0,63	1,10	1,10	0,60					
Normy	DIN / EN < 1.2101 >, 62SiMnCr4, STN ~19 452								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 235HB								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za studena s dobrou odolnosťou proti opotrebeniu vyniká predovšetkým pružinovými vlastnosťami.

POUŽITIE

Upínacie nástroje (klieštiny, tŕne, skľučovadlá), nože nožníc, dierovadlá, priebojníky, narážacie tŕne, vytláčacie kolíky, jamkáre, skrutkovače, kladivá.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050 – 850 °C

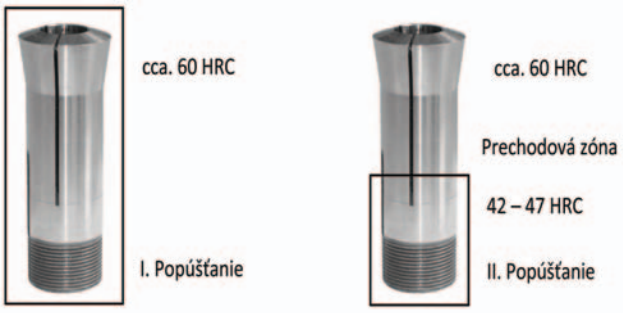
ŽÍHANIE NA MÄKKO
710–750 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
830 až 860 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na kaliacej teplote **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (pri menších rozmeroch).

POPÚŠŤANIE
Proces popúšťania a výška popúšťacej teploty je závislá od požadovaných konečných vlastností.
Vo všetkých prípadoch popúšťanie musí nasledovať bezprostredne po kalení a popúšťanie začína pomalým ohrevom na popúšťaciu teplotu. Výdrž na popúšťacej teplote je 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie prebieha na vzduchu.
I. Pri požadovanej konečnej tvrdosti 58–59 HRC je popúšťacia teplota **200 až 250 °C**.
II. Pre získanie pružinovej tvrdosti 42–47 HRC je popúšťacia teplota **500 až 550 °C**.
III. Pri požiadavke odstupňovanej tvrdosti pri súčiastkach, kde je požadovaná vyššia tvrdosť činnej časti a pružinová tvrdosť pružiacej časti (napríklad pri skľučovadlách, dlátach a pod.). Po kalení sa realizuje najprv 1. popúšťanie pri **200 až 250 °C**, tým sa dosiahne tvrdosť celej súčiastky 58–59 HRC. Po ochladení na vzduchu sa následne lokálne, v miestach kde je požadovaná pružinová tvrdosť, aplikuje 2. popúšťanie (napr. v soľnom kúpeli, indukčne) pri **500 až 550 °C**. Pri tomto spôsobe tepelného spracovania je však potrebné rátať s tým, že medzi časťami s odstupňovanou tvrdosťou sa nachádza prechodová zóna.

Príklad tepelného spracovania Böhler K245 pri požiadavke odstupňovanej tvrdosti:



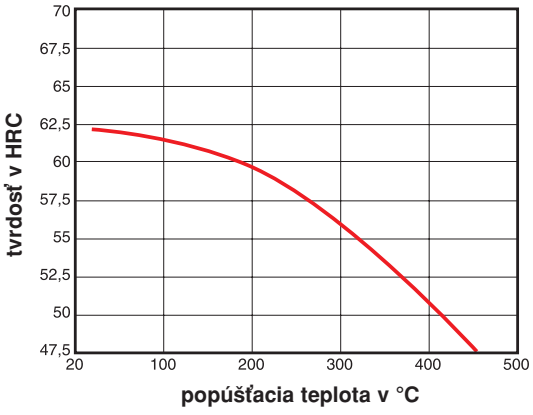
ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm,
Povrch neopracovaný (pre ∅ 16,0 až 55 mm)
* Povrch predhrubovaný IBO ECOMAX (pre ∅ 60,8 mm až 151,5 mm)

16,0	20,0	25,0	30,0	32,0	35,0	40,0	45,0
50,0	55,0	60,8*	66,0*	71,0*	76,0*	81,0*	86,0*
91,0*	101,5*	111,5*	121,5*	131,5*	141,5*	151,5*	

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 850 °C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	30,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,35	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	12,4	12,1	12,6	12,8	13,0

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	1,00	0,30	0,55	5,20	1,10	0,25			
Normy	DIN / EN < 1.2363 >, X100CrMoV5-1, X100CrMoV5, AISI A2, STN ~19 571								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 240HB								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ s dobrou rozmerovou stálosťou, kaliteľná na vzduchu, vyznačuje sa predovšetkým dobrou húževnatosťou, vysokou odolnosťou proti opotrebeniu oterom a dobrou obrábateľnosťou.

POUŽITIE

Strižné nástroje (matrice, razníky), nástroje pre lisovaciu techniku, nástroje na valcovanie závitov, nože nožníc.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
950 až 980 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na kaliacej teplote **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (200 °C až 250 °C alebo 500 až 550 °C), tlak vzduchu, vzduch.
Pri tvarovo zložitých nástrojoch alebo nástrojoch s ostrými hranami prednostne ochladzovanie na vzduchu alebo v soľnom kúpeli.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení. Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu. Popúšťať 2x, v špeciálnych prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

▬ Plechy špeciálne žíhané, valcované za tepla, opracované, šírka 1 041 mm, dĺžka 2 000 až 4 000 mm							
11,49	22,61	57,53	63,88	76,58			

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 970 °C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

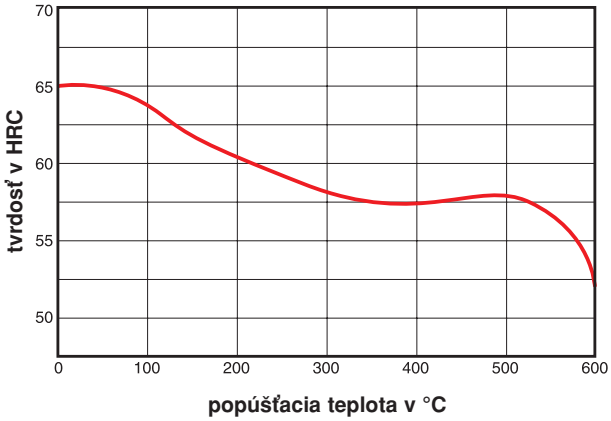
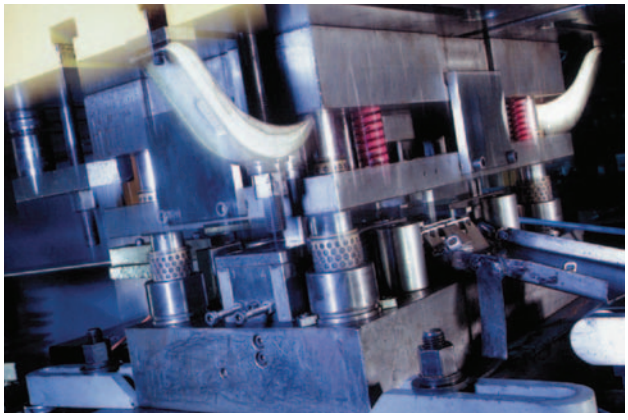


*Schéma tepelného spracovania pre akosť **Böhler K305** je na strane 16 v materiálovom liste **Böhler K100.***



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	26,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,52	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti v ťahu	190 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná roztažnosť [10⁻⁶m/m.K]	12,0	12,1	11,9	11,6	11,7

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	+ Nb, Al		
Obsah prvkov v %	1,10	0,90	0,40	8,30	2,10	0,50			
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 240HB								

CHARAKTERISTIKA

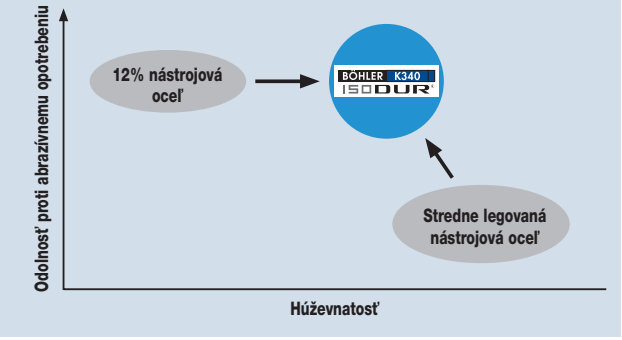
Nástrojová oceľ pre prácu za studena, vyvinutá firmou BÖHLER, s 8% obsahom chrómu, s modifikovaným chemickým zložením. Dodáva sa v dvoch prevedeniach:

Elektrotroskovo pretavovaná s výbornou homogenitou štruktúry, s minimalizovaným obsahom mikro- a makrovycedzenín	BÖHLER K340 ISODUR®
Vyrábaná konvenčným metalurgickým postupom	BÖHLER K340 ECOSTAR®

Hlavné argumenty, ktoré dávajú Böhler K340 ISODUR široké spektrum uplatnenia:

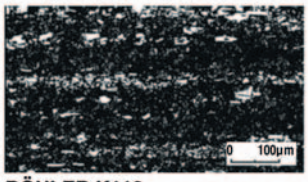
- 8%-ná Cr-oceľ s modifikovaným chemickým zložením
- Vysoká húževnatosť s výbornou pevnosťou v tlaku
- Excelentná odolnosť proti adhezívnemu opotrebeniu na základe špeciálnych legovacích prísad
- Vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu
- Veľmi dobrá odolnosť proti popusteniu
- Nástrojová oceľ pre prácu za studena s možnosťou tepelného spracovania na sekundárnu tvrdosť s dobrou rozmerovou stálosťou
- Vynikajúca erodovateľnosť
- Veľmi dobre nitridovateľná v kúpeli, v plyne a v plazme (tvrdosť difúznej vrstvy po nitridovaní je cca. 1300 $HV_{0,2\,kg}$)
- Vhodná pre PVD povlakovanie
- Kaliteľná vo vákuu
- Vďaka svojmu chemickému zloženiu a výrobnému procesu má jemnejšie a rovnomernejšie rozloženie karbidov ako pri 12%-ných ledeburitických Cr-oceliach (AISI D2) alebo pri konvenčných 8%-ných Cr-oceliach. Toto vedie k lepším mechanickým vlastnostiam – vysoká húževnatosť.

UMIESTNENIE PRODUKTU

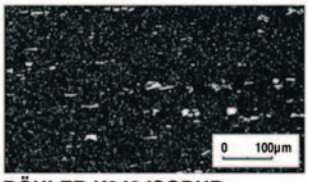


Výhody oproti 12%-ným ledeburitickým Cr-oceliam a konvenčným 8%-ným Cr-oceliam:

- Homogénna štruktúra v celom priereze aj celej dĺžke tyče.
- Výroba väčších rozmerov tyče pri nemennej distribúcii karbidov.
- Stálosť prípadne minimálna zmena rozmerov.
- Široké spektrum oblasti použitia z dôvodu vynikajúcej húževnatosti.
- Optimálna voľba pre kritickú geometriu nástroja z dôvodu vysokej pevnosti v tlaku.
- Lepšia obrobiteľnosť z dôvodu homogénnejšej štruktúry.



BÖHLER K110



BÖHLER K340 ISODUR

POUŽITIE

Strižné a lisovacie nástroje (matrice, razníky), nástroje pre tvárnenie za studena ako napr. ťažné, hlbokoťažné, raziace, pretláčacie, ohýbacie nástroje, taktiež nástroje na valcovanie závitov, priemyselné a strojné nože, meradlá a nástroje pre opracovanie dreva, komponenty strojov (napr. vodiace lišty).

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	do 3 mm	60	63
	3–6 mm	60	62
	6–12 mm	58	60
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou 600 až 1000 N/mm²	do 3 mm	60	62
	3–6 mm	58	60
	6–12 mm	54	56
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	60	62
	nad 2 mm	58	60
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	61	63
	4–8 mm	60	62
	8–12 mm	58	60
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	3–6 mm	58	60
Austenitické ocele	do 3 mm	60	62
	3–6 mm	58	60
	6–12 mm	56	58

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

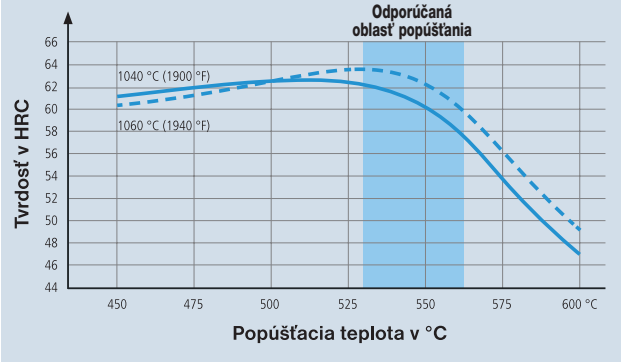
ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C - po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 040 až 1 060 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ, tlak vzduchu, vzduch, vákuum.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, **najmenej však 2 hodiny**, popúšťať minimálne 2x. Posledné popúšťanie 30 až 50 °C pod teplotou predchádzajúceho popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm
kalené vo vákuu, N_2, 5 bar, popúšťané 3x2 hod.

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,68	kg/dm³
Tepelná vodivosť	17,8	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	490	J/(kg.K)
Elektrický odpor	0,64	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	206 x 10³	N/mm²

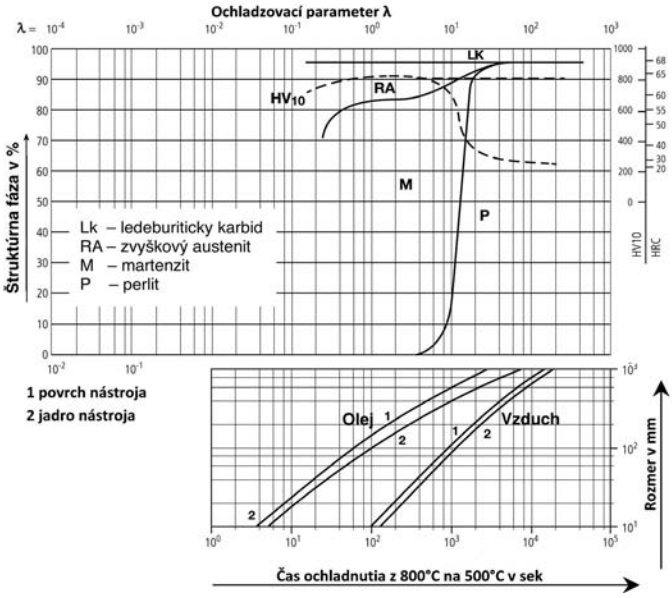
Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	11,2	11,8	12,3	12,7	12,9	13,1	13,1

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE BÖHLER K340 ISODUR

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

15,5	17,5	20,5	22,5	26,0	30,5	32,8	35,8	40,8
45,8	50,8	55,8	60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0
91,0	96,0	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5	126,5	131,5
136,5	141,5	152,0	162,0	172,0	182,0	192,0	202,0	212,0
222,0	232,0	242,0	252,5	262,5	272,5	282,5	302,5	333,0
353,0	373,0	403,0	453,0	503,0	553,0			

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, bez oduhličenia, ťahané h9, mm

10,3

■ Štvorhranné tyče, žíhané na mäkko, tryskané, mm

30,0	35,0	40,0	50,0	80,0	100,0		

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm										
	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	60,0	65,0	80,0	100,0
40,0		▬	▬								
50,0		▬		▬							
60,0	▬	▬	▬	▬	▬	▬					
70,0					▬				▬		
80,0	▬		▬		▬		▬				
100,0			▬		▬		▬			▬	
120,0			▬		▬					▬	
150,0			▬		▬		▬			▬	
200,0	▬		▬		▬		▬	▬			▬
250,0			▬		▬		▬	▬			
300,0			▬		▬		▬	▬		▬	
350,0					▬		▬	▬			
400,0					▬			▬			

▬ Platne, žíhané na mäkko ALLPLAN

Šírka v mm	Hrúbka v mm					
	102,0	125,0	152,0	202,0	250,0	253,0
202,0	▬					
403,0	▬		▬	▬		
450,0					▬	
503,0		▬				▬

▬	Plechy krížom valcované, povrch neopracovaný, šírka 1000, dĺžka 1400 až 3800 mm
Hrúbka v mm	2,8

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE BÖHLER K340 ECOSTAR

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané, ECOSTAR

Šírka mm	Hrúbka mm								
	10,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0
100,0	▬								
150,0		▬			▬				
275,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
350,0					▬	▬	▬		

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Al		
Obsah prvkov v %	0,82	0,70	0,40	8,00	1,60	0,60	+		
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 240HB								

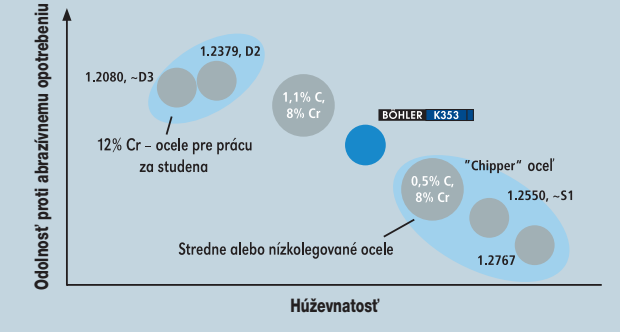
CHARAKTERISTIKA

Univerzálna konvenčná 8% chrómová nástrojová oceľ pre prácu za studena s nasledovnými charakteristickými vlastnosťami:

- Výborná húževnatosť
- Vďaka legovaniu Al veľmi dobrá odolnosť proti opotrebovaniu a zlepšená odolnosť proti adhezívnemu opotrebovaniu
- Oceľ pre prácu za studena s možnosťou tepelného spracovania na sekundárnu tvrdosť, s dobrou rozmerovou stálosťou
- Dosiahnuteľná tvrdosť po popúšťaní do 62 HRC
- Vhodná pre nitridovanie v kúpeli alebo plazmové nitridovanie
- Vysoko pevný základný materiál vhodný pre povlakovanie povrchu
- Dobrá stabilita hrán
- Jednoduché obrábanie
- Dobré elektroerozívne hĺbenie a drôtové rezanie.

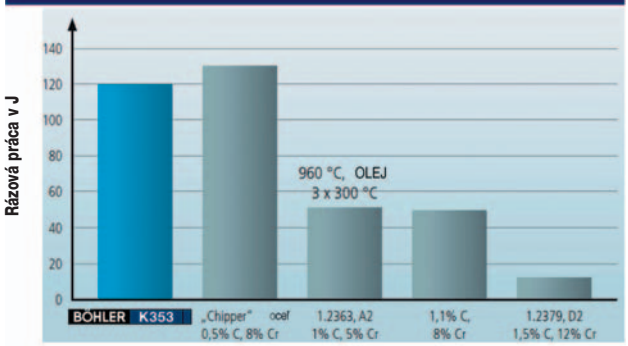
K353 je zlepšením tzv. ocele „Chipper“. Výborná voľba pre priemyselné nože pre rôzne oblasti použitia. K353 kombinuje **približne rovnako vysokú húževnatosť a koróznu odolnosť proti tanínu** (kyseline trieslovej) ako typické nožové ocele Chipper – **ďalšími výhodami sú vysoká odolnosť proti opotrebovaniu a výborná stabilita strižnej hrany.**

UMIESTNENIE PRODUKTU



Z dôvodu nižšieho obsahu uhlíka a chrómu ako majú 12% Cr-ocele, Böhler K353 má menšie množstvo a rovnomerné rozložené karbidy a preto je húževnatejšia ako 1.2379 / AISI D2. Nižší obsah uhlíka minimalizuje vznik trhlín pri elektroerozívnom obrábaní a tým je výsledná kvalita povrchu lepšia.
Vysoká dosiahnuteľná tvrdosť znamená tiež veľmi dobrú odolnosť proti opotrebeniu, vyššiu v porovnaní s veľmi rozšírenými stredne a nízkolegovanými oceľami pre prácu za studena.

Rázová práca (bezvrubová) pre konvenčne vyrábané ocele pre prácu za studena



Kaliaca teplota: 1030 °C, Olej; Popúšťanie: 3 x550 °C; Tvrdosť: 57 ± 1 HRC;
Veľkosť vzorky 10 x 7 x 55 mm – odobratá pozdĺžne z povrchu z plochej tyče 155 x 14 mm.
* Uvedené hodnoty boli zistené na uvedených, samostatne tepelne spracovaných laboratórnych vzorkách

Porovnanie odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu ocelí pre prácu za studena

Tvrdosť 58 ± 1 HRC; Rozmer tyče: 110 mm; Odber vzorky: priečna vzorka, jadro;
Veľkosť vzorky: 75 x 25 x 8 mm, Ra ≤ 0,8 µm. Skúška: test abrazívnej odolnosti na otáčajúcom sa gumenom venci tzv. Rubber Wheel test podľa normy ASTM G65

POUŽITIE

Böhler K353 je vhodná pre priemyselné nože, pre rôzne oblasti použitia. Dýhovacie, rezacie, sekacie, strojné nože pre drevársky priemysel, ploché a kruhové nože pre priemysel celulózy a výroby papiera, pre recykláciu a spracovanie plechov. Zároveň je vhodná pre vysokovýkonné strižné nástroje, raznice, lisovacie nástroje, nástroje na ohýbanie, valcovanie závitov a valce na tvarovanie profilov.
Odporúča sa pre malé a stredné série, kde je požadovaná odolnosť proti opotrebeniu, odolnosť proti tvorbe trhlín a vyštiepavaniu strižnej hrany.

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	21,9	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	470	J/(kg.K)
Modul pružnosti v ťahu	212 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,0	11,3	11,6	12,0	12,4

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	3–6 mm	60	62
	6–12 mm	60	62
	nad 12 mm	58	60
Plechy a pásy z ocele ako aj kovových zliatin s pevnosťou 600–1000 N/mm²	6–12 mm	58	60
	nad 12 mm	57	59
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	60	62
	4–8 mm	60	62
Austentické ocele	do 3 mm	60	63
	3–6 mm	59	61
	6–12 mm	58	60
	nad 12 mm	57	59

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

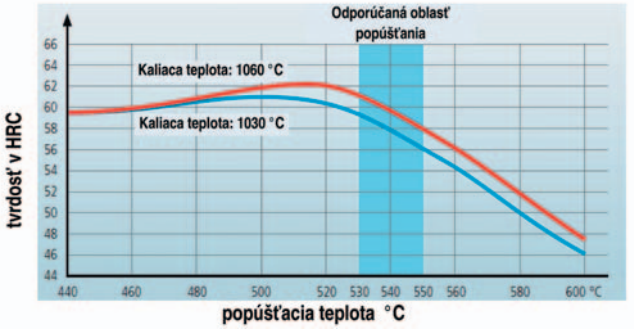
ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 030 až 1 060 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačne po prehriatí v celom priereze teplote **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ, vákuum/N_2.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, **najmenej však 2 hodiny**.
Ochladzovanie na vzduchu.
Odporúča sa popúšťať **minimálne 2 krát**.
Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.
Dosiahnuteľná tvrdosť **po popúšťaní 57 až 62 HRC**.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



POVRCHOVÉ TEPELNÉ SPRACOVANIE

K353 je vynikajúci základný materiál pre povrchové tepelné spracovanie ako **PVD povlakovanie alebo nitridovanie**. Odporúča sa popúšťať za maximom sekundárnej tvrdosti aby následné PVD povlakovanie alebo nitridovanie neznížilo tvrdosť. Toto robí K353 univerzálnejším základným materiálom ako je oceľ stredne legovaná (s obsahom 5 % Cr) alebo s nižším obsahom ako napríklad 1.2363 / AISI A2.

NITRIDOVANIE
Nitridovanie vedie k tvrdej povrchovej vrstve s veľmi dobrou odolnosťou proti opotrebeniu oterom a mikronávarom za studena. Či je nitridácia potrebná, záleží od aplikácie. Pri namáhaní trením, ako napr. pri lisovaní práškov odporúčame nitridovať. Pri ohýbacích nástrojoch, prípadne pri namáhaní rázom (dierovacie razníky), nitridáciu nedoporučujeme.

POVLAKOVANIE
Druh a spôsob povlakovania závisí od aplikácie. Pre správnu voľbu odporúčame konzultáciu s odborníkom pre povlakovanie.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm									
	15	20	25	30	40	50	60	200	250	300
60,0				▬						
80,0					▬					
85,0			▬							
90,0					▬					
100,0	▬									
110,0	▬	▬	▬							
120,0					▬					
130,0	▬									
150,0	▬	▬								
200,0		▬		▬						
300,0					▬	▬	▬			
400,0									▬	
600,0										▬
800,0								▬		

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

20,5	30,5	35,8	40,8	50,8	60,8	71	81	91
111,5	126,5	131,5	152	162	182	202	222	

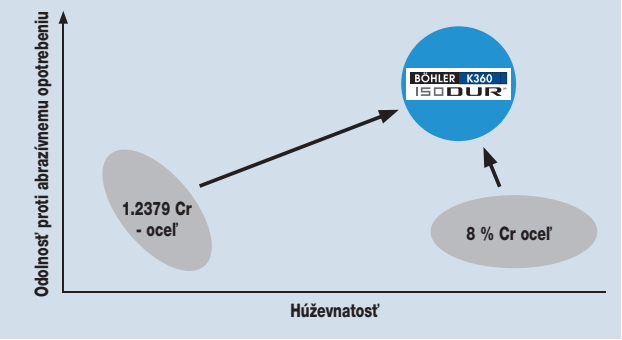
Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	+ špeciálne prísady		
Obsah prvkov v %	1,25	0,90	0,35	8,75	2,70	1,18			
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 250HB								

CHARAKTERISTIKA

BÖHLER K 360 ISODUR je ďalšou, špeciálne vyvinutou 8% Cr oceľou pre prácu za studena s vlastnosťami:

- Vynikajúca odolnosť proti opotrebeniu v kombinácií s vysokou húževnatosťou a dobrou odolnosťou proti tlakovému namáhaniu.
- Veľmi dobrá odolnosť proti popúšťaniu.
- Nástrojová oceľ pre prácu za studena s možnosťou tepelného spracovania na sekundárnu tvrdosť, s dobrou rozmerovou stálosťou.
- Veľmi dobre nitridovateľná v kúpeli, v plyne a v plazme.
- Vhodná pre PVD povlakovanie.
- Kaliteľná vo vákuu.
- Vďaka svojmu chemickému zloženiu a výrobnému procesu má jemnejšie a rovnomernejšie rozložené karbidy ako pri 12%-ných ledeburitických Cr-oceliach.

UMIESTNENIE PRODUKTU



POUŽITIE

Strižné a lisovacie nástroje (matrice, razníky), nástroje pre tvárnenie za studena ako sú ťažné, hlbokoťažné a pretláčacie. Nástroje na valcovanie závitov, meradlá, priemyselné nože pre recykláciu kovov a plastov, priemyselné nože na papier, časti strojov a diely namáhané opotrebovaním pri spracovaní plastov.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	do 3 mm	61	63
	3–6 mm	60	62
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou 600 až 1000 N/mm²	3–6 mm	58	60
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	60	62
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	61	63
	4–8 mm	60	62
	8–12 mm	58	60
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	do 1 mm	61	63
	1–3 mm	59	62
Austenitické ocele	do 3 mm	60	63

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100°C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800–850 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

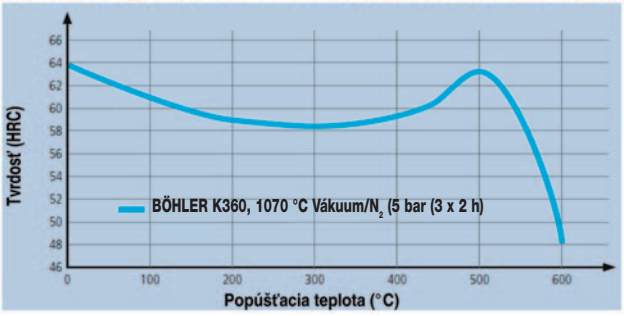
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
Žíhanie sa realizuje k zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 040 až 1 080 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ, tlak vzduchu, vzduch, N_2.

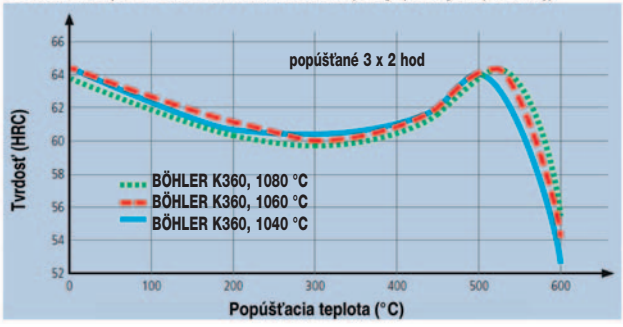
POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny, popúšťať minimálne 2x. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu, posledné popúšťanie 30 až 50 °C pod teplotou predchádzajúceho popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Popúšťací diagram pre austenitizačnú teplotu 1070°C (vákuová pec).



Porovnanie pre rôzne austenitizačné teploty (soľný kúpeľ/olej)



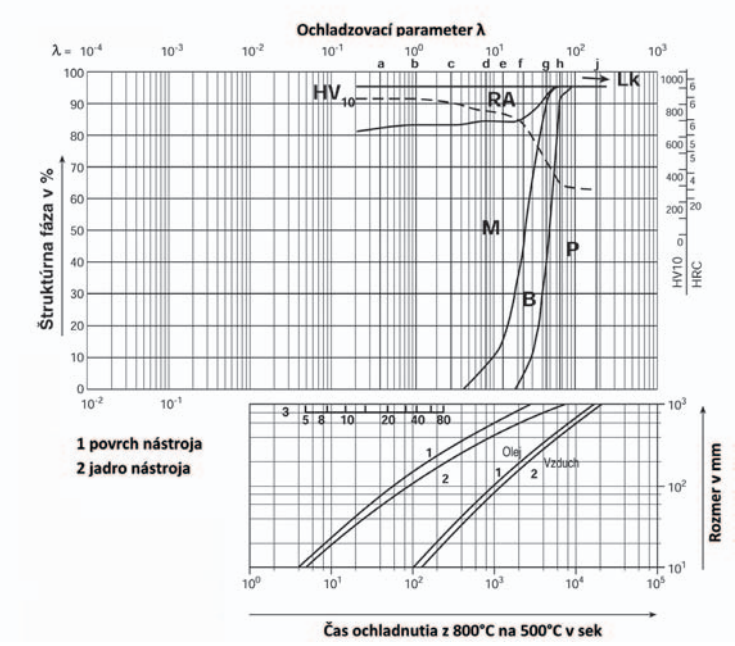
ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

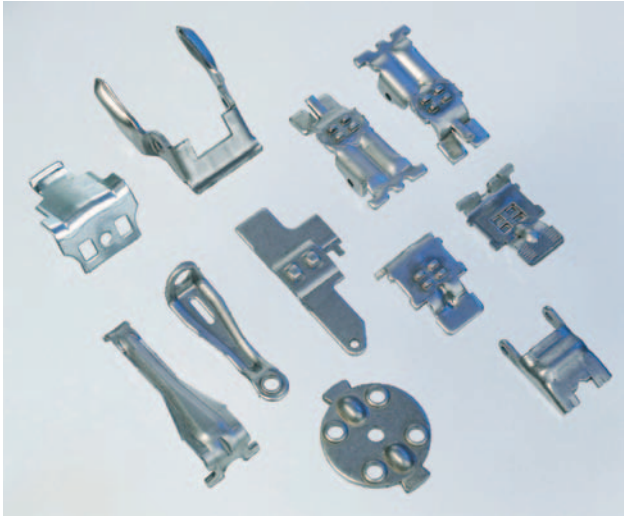
● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
20,5	26,0	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	60,8
71,0	81,0	91,0	101,5	121,5	131,5	141,5	152,0
162,0	182,0	202,0	252,5	302,5	353,0		

▬ Platne, žíhané na mäkko ALLPLAN		
Šírka v mm	Hrúbka v mm	
	102,0	202,0
202,0	▬	
403,0		▬

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané					
Šírka mm	Hrúbka mm				
	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0
60,0	▬				
100,0			▬		
150,0				▬	
200,0				▬	
250,0					▬
300,0		▬		▬	
350,0			▬		

Kvantitatívny fázový diagram



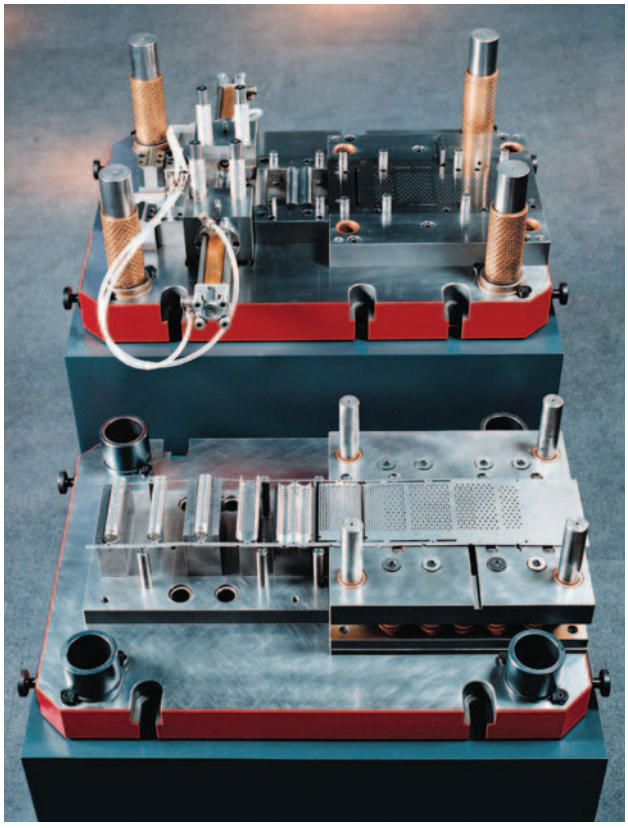


FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	16,3	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	~460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,64	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	212 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,2	11,5	11,8	12,3	12,7

Fyz. vl. pre rôzne teploty	100	200	300	/	/
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	18,6	20,7	22,3	/	/



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	2,47	0,55	0,40	4,20	3,80	9,00	1,00	2,00	
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280HB								

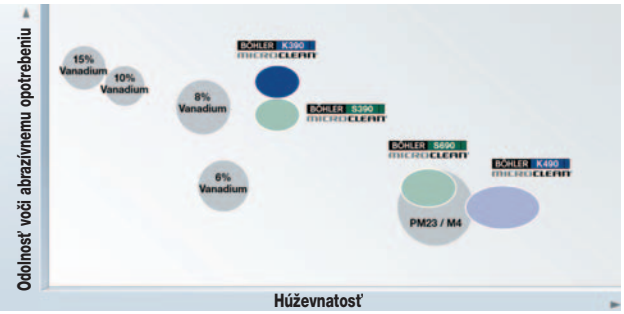
CHARAKTERISTIKA

BÖHLER K 390 MICROCLEAN® je oceľ vyrábaná práškovou metalurgiou s najlepšími výkonovými parametrami na použitie pre prácu za studena. Bola vyvinutá pre najvyššie nároky na odolnosť proti opotrebovaniu a tlakovému zaťaženiu v oblastiach tvárnenia za studena, strižných a lisovacích nástrojov a priemyslu plastických hmôt.

Hlavné dôvody, ktoré mnohonásobne zvyšujú životnosť nástroja a tým robia túto oceľ hospodárnejšou sú:

- Extrémne vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu.
- Výborná húževnatosť.
- Vysoká odolnosť proti tlakovému zaťaženiu.

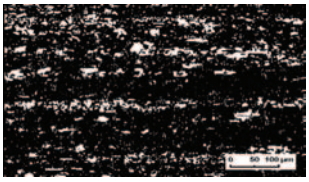
UMIESTNENIE PRODUKTU

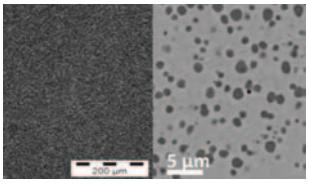


Za optimálnu kombináciu odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu a húževnatosti sú zodpovedné karbidotvorné prvky Cr, W, a V v spojení s optimálnou matricou.

Böhler K390 MICROCLEAN za svoju výnimočnú vlastnosť a odolnosť proti opotrebeniu vďačí predovšetkým výrobnému procesu. Böhler MICROCLEAN ocele v porovnaní s konvenčnými oceľami majú nasledovné prednosti:

- pravidelne rozložené a jemné karbidy
- izotropné vlastnosti z dôvodu homogenity štruktúry a absencie segregácie


12% Cr oceľ (AISI D2)



Böhler K390 MICROCLEAN

POUŽITIE

Strihanie a dierovanie – strižné nástroje – matrice, razníky pre bežné aj presné stihanie, strižné valce.

Tvárnenie za studena – pretláčacie nástroje (za studena aj poloohrevu), ťažné, hlbokoťažné, raziace nástroje, nástroje pre valcovanie za studena, na valcovanie závitov, valcovacie stolice, trny na valcovanie rúr za studena, lisovacie nástroje pre keramický a farmaceutický priemysel, nástroje pre lisovanie práškov (sintrovanie).

Nože – nože na papier a kartonáž, kruhové nože pre pozdĺžne rezanie zvitkov plechu, nože pre recyklačný priemysel, strižné nože pre tenké materiály.

Priemysel spracovania plastov – cylindre extrúderov, závitovky dopravníkov, vstrekovacie trysky, uzávery spätného toku.

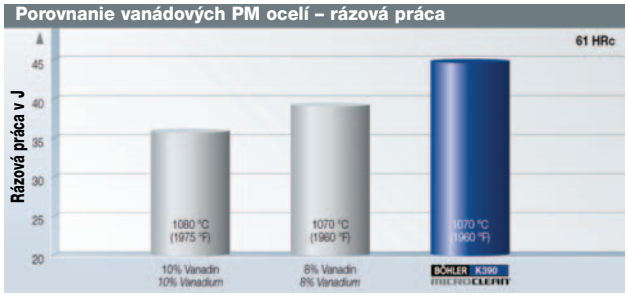
Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	do 3 mm	62	64
	3–6 mm	61	63
	6–12 mm	60	62
Plechy a pásy z ocele a kov. zliatín s pevnosťou 600 až 1000 N/mm²	do 3 mm	61	63
	3–6 mm	60	62
	6–12 mm	58	60
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	62	64
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	62	64
	4–8 mm	61	63
	8–12 mm	60	62
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	do 1 mm	62	64
	1–3 mm	61	63
Austenitické ocele	do 3 mm	62	64
	3–6 mm	61	63
	6–12 mm	58	60

Výhody pre zhotoviteľa nástroja:

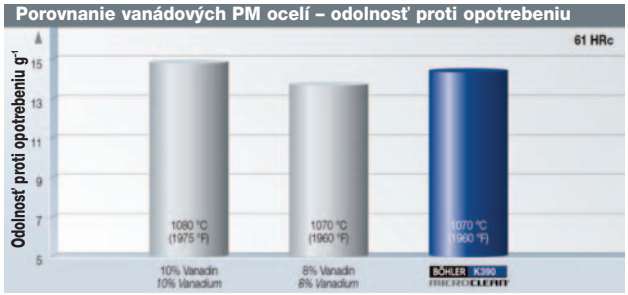
- Rovnaké mechanické vlastnosti v celom priereze a po celej dĺžke, to znamená bezproblémové obrábanie.
- Najlepšia brúsiteľnosť aj pre hlboké kontúry v jadre nástroja.
- Nízke a rovnomerné rozmerové zmeny pri tepelnom spracovaní.
- Vysoká bezpečnosť proti prehriatiu pri kalení.
- Priaznivá erodovateľnosť z dôvodu izotropného rozloženia karbidov.

Výhody pre používateľa nástroja:

- Dlhšia životnosť nástroja.
- Vyššia odolnosť proti vzniku lomu a vylamovaniu na strižnej hrane.
- Redukcia nákladov na nástroj.
- Zníženie nákladov na kus a zlepšená kvalita hotových súčiastok.



Vzorky odobraté z valcovanej tyče ∅ 40,8 mm, zo stredu, v pozdĺžnom smere.
Veľkosť vzorky 7 x 10 x 55 mm podľa SEP 1314



Skúška SiC brúsnym papierom.
Vzorky odobraté z valcovanej tyče ∅ 40,8 mm, zo stredu, v priečnom smere.
Veľkosť vzorky ∅ 8 x 16 mm, SiC papier P120, Ra < 0,8 µm

TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO
Tvrdosť po žíhaní na mäkko: max. 280 HB

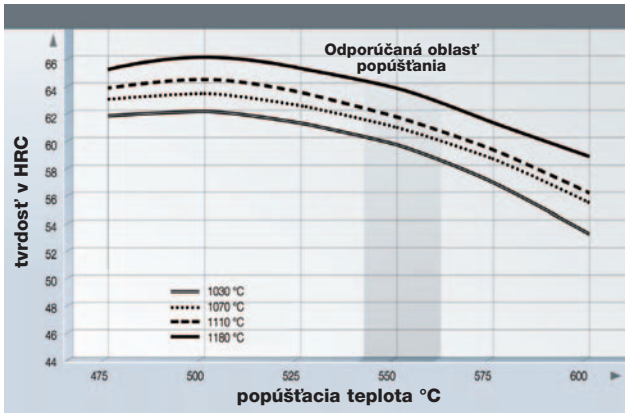
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 °C do 700 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére. Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
Kaliaca teplota **1 030 až 1 180 °C** – stupňovitý ohrev. Pri kaliacej teplote **1 030 až 1 150 °C** po prehriatí v celom priereze, výdrž na kaliacej teplote **20 až 30 minút**, pri kaliacej teplote **1 180 °C** výdrž na kaliacej teplote **10 minút**.
Ochladzovacie prostredie **olej, N_2**.
Požiadavka na húževnatosť – nižšia kaliaca teplota.
Požiadavka na odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu – vysoká kaliaca teplota.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu. Odporúča sa popúšťať 3 x. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.
Dosiahnuteľná tvrdosť **po popúšťaní 58 až 64 HRC**.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kalené vo vákuu, ochladzovacie prostredie N_2 5 bar



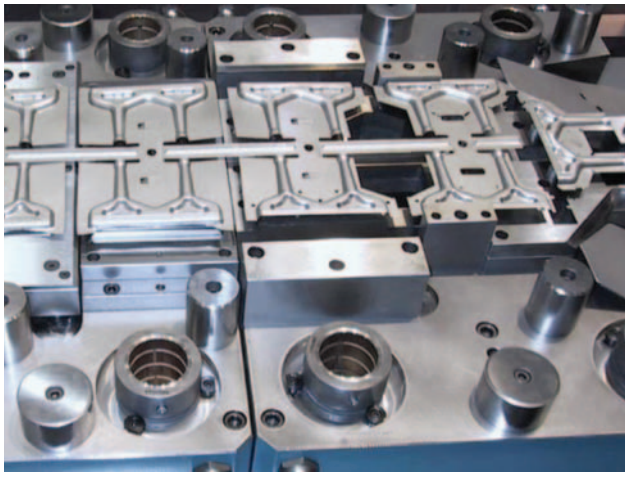
ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

15,5	20,5	25,5	31,0	35,8	40,8	45,8	50,8
60,8	71,0	81,0	91,0	101,0	121,5	131,5	141,5
151,5	162,0	172,0	182,0	202,0			

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm				
	60,8	81,0	101,5	121,5	343,0
303	▬	▬	▬	▬	
373					▬



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

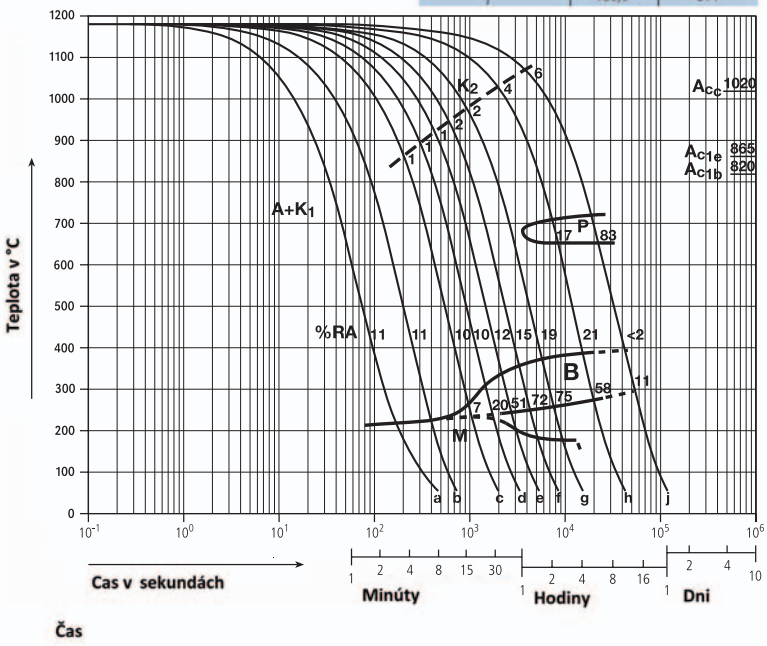
Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C, (Stav – kalený a popúšťaný)	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,6	kg/dm³
Tepelná vodivosť	21,5	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,59	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	464	J/(kg.K)
Modul pružnosti	220 x 10³)	N/mm²

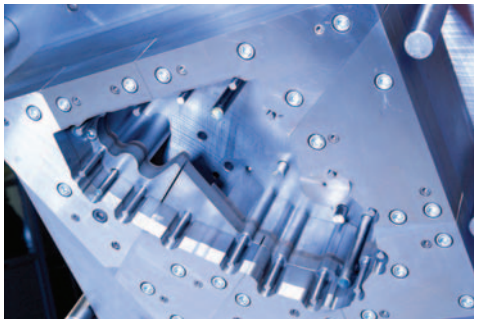
Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	10,3	10,67	11,03	11,38	11,70	11,97

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

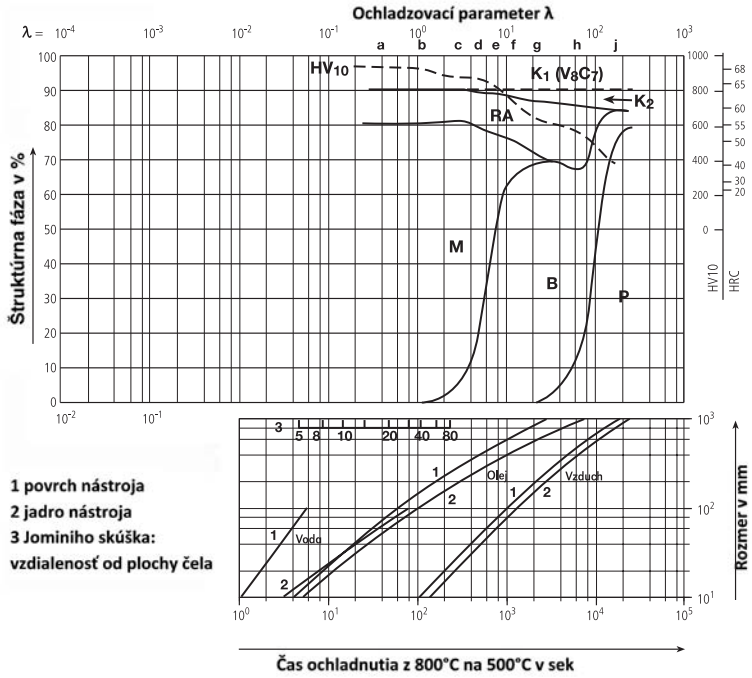
Teplota austenitizácie: 1180°C,
výdrž: 5 minút,
0,4...180 ochladz. parameter, t.j.
čas ochladenia z teploty 800 na 500°C
v sekundách x 10^{-2}

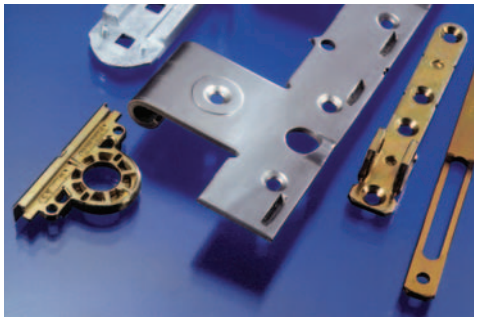
Vzorka	λ	HV_{10}
a	0,4	931
b	1,1	919
c	3,0	866
d	5,0	870
e	8,0	819
f	13,0	728
g	23,0	635
h	65,0	564
j	180,0	371





Kvantitatívny fázový diagram





Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	V	W			
Obsah prvkov v %	0,63	0,60	0,30	1,10	0,18	2,00			
Normy	DIN / EN ~1.2550, ~60WCrV7, AISI ~S1, STN 19735								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 225HB								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ odolná proti rázom, s vysokou húževnatosťou a odolnosťou proti opotrebeniu.

POUŽITIE

Strižné nástroje (matrice a razníky) pre spracovanie hrubších plechov, razníky pre dierovanie za studena, nože nožníc pre strihanie za studena, nástroje pre opracovanie dreva, razníky, raznice, masívne raziace a pneumatické nástroje, nástroje pre prácu za tepla s nízkym tepelným namáhaním.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	6–12 mm	52	56
Plechy a pásy z ocele a kovových zliatin s pevnosťou 600–1 000 N/mm²	6–12 mm	30	54
	nad 12 mm	48	52

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
710–750 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

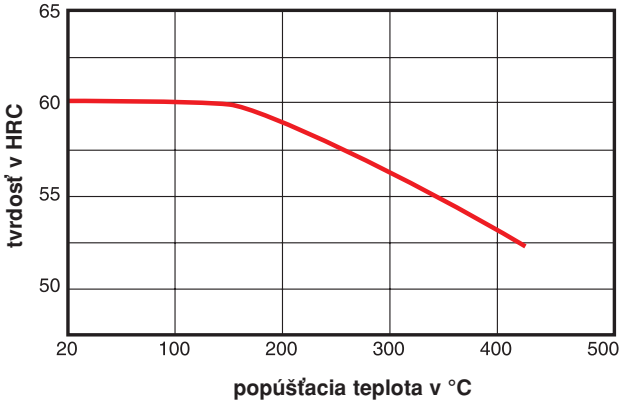
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
870 až 900 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V niektorých prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 890 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

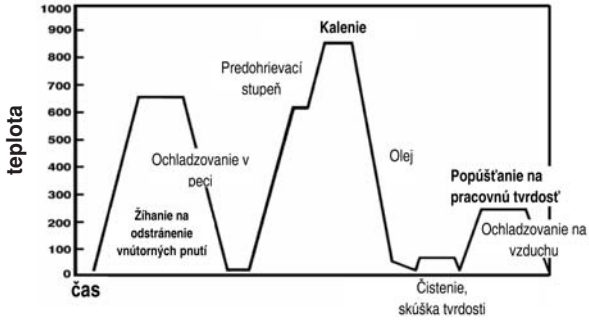


ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, kalibrované, mm	
10	12,0

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
14,5	16,5	18,5	20,5	22,5	25,5	28,5	30,5
32,8	35,8	38,8	40,8	45,8	50,8	55,8	60,8
66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	101,5	111,5
121,5	131,5	151,5					

Schéma tepelného spracovania pre akosť Böhler K455



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,00	kg/dm³
Tepelná vodivosť	25,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,30	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná roztažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,0	12,5	13,0	13,5	14,0

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	V	W			
Obsah prvkov v %	0,95	0,25	1,10	0,55	0,10	0,55			
Normy	DIN / EN < 1.2510 >, ~95MnCrW5, AISI O1, STN 19 314								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 220HB								

CHARAKTERISTIKA

Nástrojová oceľ kaliteľná v oleji, odolná proti rozmerovým zmenám.

POUŽITIE

Strižné nástroje (matrice, razníky), nástroje pre lisovaciu techniku, nástroje na rezanie závitov, nástroje na opracovanie dreva, strojové nožnice pre drevársky, papierenský a oceliarsky priemysel, meradlá, formy na plasty.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
710–750 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
780 až 820 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (200 až 250 °C) do hrúbky 20 mm.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 800 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

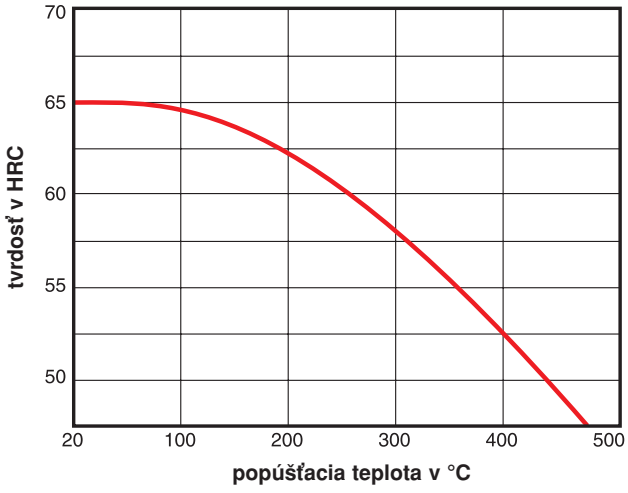


Schéma tepelného spracovania K460 je na str. 43.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V niektorých prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, brúsené h8, mm

8	14

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, kalibrované, povrch neopracovaný, mm

10

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

12,7	14,5	16,5	18,5	20,5	22,5	25,5	28,5
30,5	32,8	35,8	38,8	40,8	42,8	45,8	50,8
55,8	58,8	60,8	62,8	66,0	71,0	76,0	81,0
86,0	91,0	96,0	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5
126,5	131,5	141,5	151,5	162,0	172,0	182,0	202,0
212,0	222,0	242,0	252,5	282,5	302,5	323,0	383,0

■ Štvorhranné tyče, žíhané na mäkko, povrch neopracovaný, mm

16,0	19,0	22,2	25,4	31,7	38,1	40,0	44,4
50,8	63,5	76,2	88,9	102,0	127,0		

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, povrch neopracovaný

Šírka mm	Hrúbka mm									
	9,5	12,7	15,9	19,0	25,4	31,7	38,1	50,8	63,5	76,2
25,4	▬	▬								
31,7	▬		▬	▬	▬					
38,1	▬	▬	▬	▬	▬					
50,8	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬			
63,5	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬			
76,2	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		
101,6	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		▬
127,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		
152,4		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		
203,2			▬	▬	▬	▬	▬		▬	
254,0				▬	▬	▬	▬	▬		▬
304,8					▬	▬	▬	▬		

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	30,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,35	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,8

Chemické zloženie	C	Cr	Mo	V	W	ostatné			
Obsah prvkov v %	1,40	6,40	1,50	3,70	3,50	+ Nb			
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280HB								

CHARAKTERISTIKA

Böhler K490 MICROCLEAN® je oceľ vyrábaná práškovou metalurgiou a je charakterizovaná vlastnosťami:

- dosiahnuteľná tvrdosť po tepelnom spracovaní až 64 HRC
- veľmi dobrá húževnatosť
- vysoká abrazívna a adhezívna odolnosť proti opotrebeniu
- vynikajúca opracovateľnosť v tepelne spracovanom stave
- vysoká odolnosť proti tlakovému zaťaženiu
- umožňuje tepelné spracovanie spoločne s bežnými oceľami pre prácu za studena (1.2379, D2), nakoľko kaliaca teplota ocele je v rozsahu 1030 až 1080 °C
- stabilné mechanické a technologické vlastnosti

Nová oceľ pre prácu za studena Böhler K490 MICROCLEAN je označovaná ako:

INOVATÍVNA

Spája vlastnosti vysoká odolnosť proti opotrebeniu a vysoká húževnatosť.

FLEXIBILNÁ

Nastavenie legovacích prvkov dáva K490 Microclean výbornú opracovateľnosť a povoľuje vysokú flexibilitu v tepelnom spracovaní bez zmeny svojich dôležitých mechanicko-technologických vlastností.

HOSPODÁRNA

Vynikajúce úžitkové vlastnosti a výborná opracovateľnosť zabezpečujú rýchlejšiu, flexibilnú, efektívnu a hospodárnejšiu výrobu nástroja.

MNOHOTVÁRNA

Böhler K490 Microclean predstavuje pre oblasť použitia ocelí pre prácu za studena výrazné zlepšenie hospodárnosti v porovnaní s bežnými PM oceľami ako M4 a PM23. Pri rovnakej odolnosti proti opotrebeniu sa húževnatosť viac ako zdvojnásobila.

VÝHODY

Výhody Böhler K490 Microclean pre zhotoviteľa nástroja:

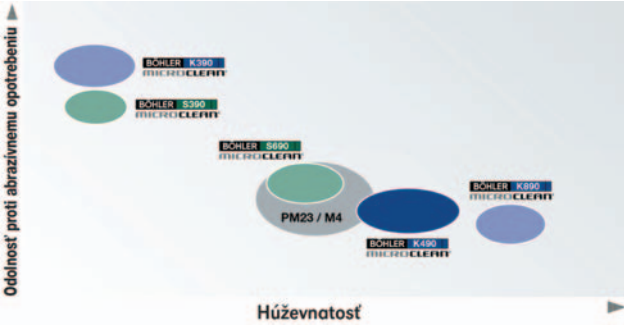
- Krátky výrobný proces, ktorý šetrí náklady na základe flexibilného tepelného spracovania a výbornej opracovateľnosti.

Výhody Böhler K490 Microclean pre užívateľov nástroja:

- Vysoká životnosť na základe vynikajúcich a stabilných mechanicko-technologických vlastností

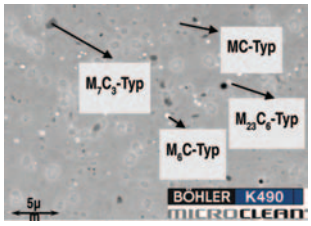
zníženie nákladov na kus.

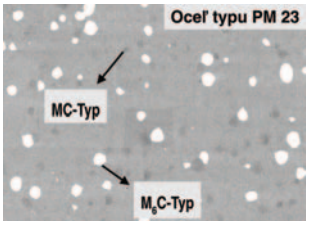
UMIESTNENIE PRODUKTU



Porovnanie štruktúry

Böhler K490 Microclean má predovšetkým vďaka technológii práškovej metalurgie a novovyvinutému legovaciemu konceptu veľmi jemnú a rovnomerne distribuovanú karbidickú štruktúru so štyrmi rozličnými typmi karbidov, čo jej dáva mimoriadny profil vlastností.





Mikroštruktúra ocele Böhler K490 MICROCLEAN a ocele typu PM23 – typy karbidov

POUŽITIE

Vyvážený profil vlastností Böhler K490 MICROCLEAN prináša uplatnenie v mnohých oblastiach použitia a robí ju pravým PM – multitalentom medzi oceľami pre prácu za studena:

LISOVANIE ZA STUDENA

- strihacie nástroje (matrice, razníky)
- strihacie valce
- nástroje pre presné strihanie

TVÁRNENIE ZA STUDENA

- pretláčacie nástroje (za studena a poloohrevu)
- ťažné a hlboko ťažné nástroje
- razidlá
- nástroje pre rezanie závitov
- valcovanie za studena – kladky pre valcovacie stolice
- valcovacie tŕne
- lisovacie nástroje pre keramický a farmaceutický priemysel
- lisovacie nástroje pre lisovania práškov

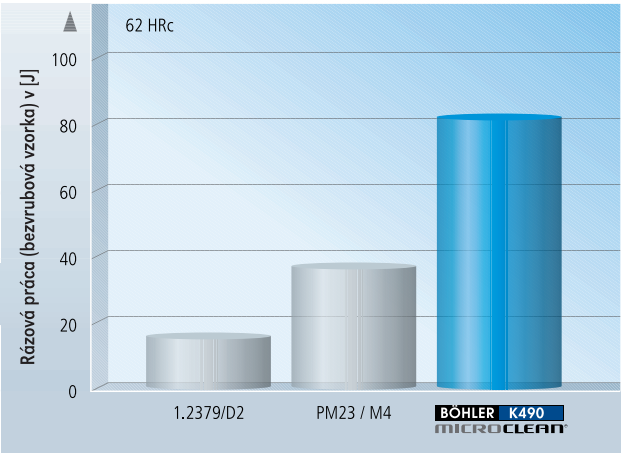
PRIEMYSELNÉ NOŽE

PRIEMYSEL PRE SPRACOVANIE PLASTOV

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	3–6 mm	62	64
	6–12 mm	61	63
Plechy a pásy z ocele a kov. zliatín s pevnosťou 600 až 1000 N/mm²	3–6 mm	60	62
	6–12 mm	58	60
	nad 12 mm	58	60
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	62	64
	nad 2 mm	60	62
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	62	64
	4–8 mm	61	63
	8–12 mm	60	62
	nad 12 mm	58	62
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	do 1 mm	62	64
	1–3 mm	61	63
	3–6 mm	60	63
Austenitické ocele	do 3 mm	62	64
	3–6 mm	61	63
	6–12 mm	59	61
	nad 12 mm	58	60

RÁZOVÁ PRÁCA

V porovnaní s bežnými PM oceľami pre prácu za studena, Böhler K490 MICROCLEAN ponúka požadovanú vysokú odolnosť proti opotrebeniu pri viac ako dvojnásobnej húževnatosti. Jej schopnosť vyššieho pretvárnenia poskytuje zároveň vyššiu odolnosť proti vzniku lomu. Všetky tieto vlastnosti sa odzrkadľujú vo zvýšenej životnosti nástrojov a vyššej produktivite.

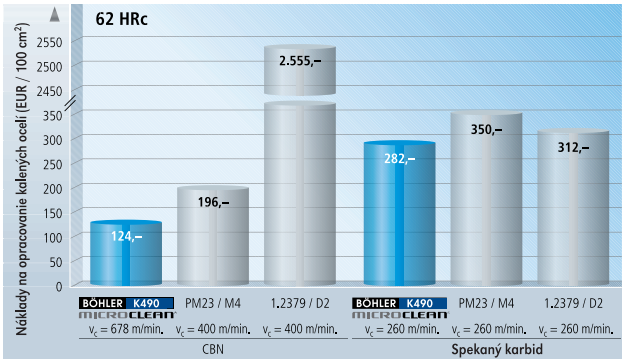


Vzorky s rozmermi 10 x 7 x 55 mm, boli odobrané z valcovanej kruhovej tyče ∅ 35 mm.

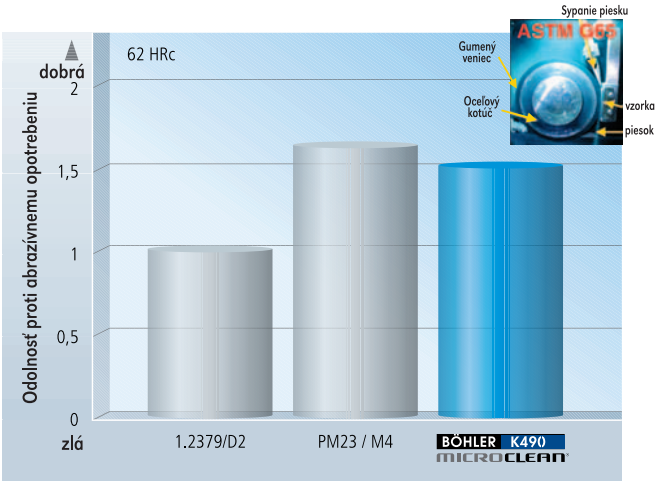
Parametre tepelného spracovania skúšobných vzoriek:
Böhler K490 Microclean: 1080 °C, 3 x 2 h, 560 °C
PM23: 1100 °C, 3 x 2 h, 570 °C
1.2379/D2: 1070 °C, 3 x 2 h, 520 °C
Pri všetkých vzorkách bol použitý ochladovací parameter $\lambda \leq 0,5$

OPRACOVATEĽNOSŤ

Na základe výsledkov testovania obrábateľnosti spoločnosťou Profactor v reálnych podmienkach je možné vidieť v diagrame porovnanie nákladov na opracovanie ocele K490 Microclean v stave po kalení a popustení na 62 HRC, pri použití frézy s vymeniteľnými plátkami zo spekaných karbidov a kubického nitridu bóru (ďalej CBN). Výhodou použitia nástrojov s plátkami CBN je vyššia životnosť a možnosť použiť vyššie rezné rýchlosti. Nevýhodou CBN rezných materiálov v porovnaní so spekanými karbidmi je vyššia cena. Výhody aj nevýhody boli zohľadnené do vyhodnotenia nákladov. Böhler K490 Microclean celkovo predstavuje efektívne riešenie v porovnaní s inými PM oceľami ako aj v porovnaní s 12% konvenčnou Cr ledeburitickou oceľou 1.2379.



ODOLNOSŤ PROTI ABRAZÍVNEMU OPOTREBENIU



Skúška odolnosti proti opotrebeniu bola zisťovaná podľa normy ASTM G65 tzv. Rubber-Wheel-Dry-Sand test. Vzorky boli odobrané z valcovanej kruhovej tyče z priemeru 70 mm. Vzorka bola odobratá priečne zo stredu s rozmermi 60 x 25 x 8 mm.
Drsnosť vzoriek Ra <0,8mm.

Parametre tepelného spracovania skúšobných vzoriek:
Böhler K490 Microclean: 1080 °C, 3 x 2 h, 560 °C
PM23: 1 130 °C, 3 x 2 h, 590 °C
1.2379/D2: 1 070 °C, 3 x 2 h, 510 °C.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

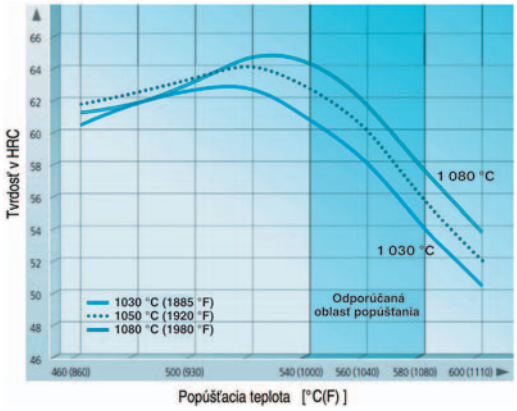
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
- **650 °C až 700 °C**
- Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote 1 až 2 hodiny v neutrálnej atmosfére.
- Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
- Stupňovitý ohrev na teplotu **1 030 až 1 080 °C**
- Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze 20 až 30 minút .
- Voľbu iných teplôt doporučujeme konzultovať.
- Ochladzovacie prostredie olej, N_2.

POPÚŠŤANIE

- Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení.
- Výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky nástroja, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu.
- Odporúčame 3 krát popúšťať.
- Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.
- Dosiahnuteľná tvrdosť po popúšťaní **58 až 64 HRC**.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



NITRIDOVANIE A POVLAKOVANIE

- Oceľ je vhodná pre nitridovanie v soli, v plyne aj v plazme, taktiež je vhodná pre PVD povlakovanie.

OPRAVNÉ ZVÁRANIE

Vo všeobecnosti pri zváraní nástrojových ocelí existuje nebezpečenstvo vzniku trhlín. V prípade, že zváranie je bezpodmienečne nevyhnutné, žiadame dodržiavať smernice výrobcu zvolených zváracích prídavných materiálov.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
16,5	20,5	25,5	30,8	35,8	40,8	45,8	50,8
60,8	71	81	91	101	121,5	131,5	141,5
151,5	162	172	182	202	252,5	282,5	323

▬ Platne, žíhané na mäkko, predhrubované
Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka v mm	Hrúbka v mm								
	30,8	40,8	50,8	55,8	60,8	66	71	202	343
302,5	▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬		
373									▬
403								▬	

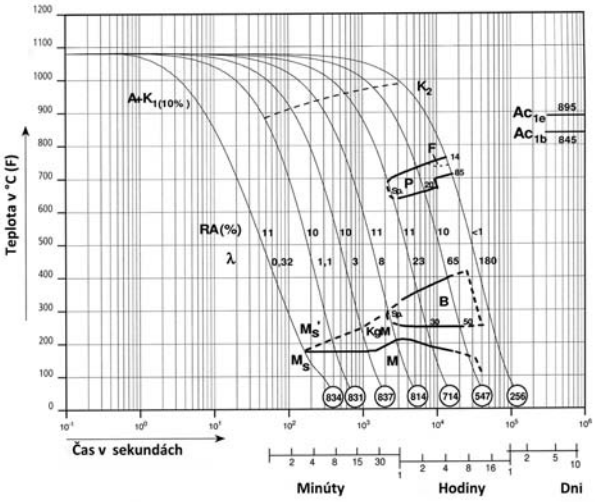
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C, (Stav – kalený a popúšťaný)	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,79	kg/dm³
Tepelná vodivosť	19,6	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,55	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	450	J/(kg.K)
Modul pružnosti	223 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,6	11,1	11,6	11,9	12,3	12,6	12,8

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

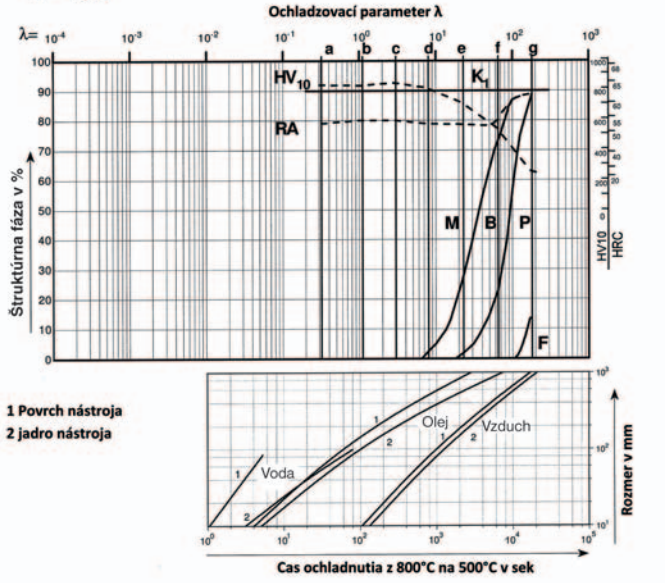
Teplota autenitizácie: 1080°C
Výdrž: 30 minút
λ = 0,32...180 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}



Vzorka	λ	HV_{10}
a	0,32	834
b	1,10	831
c	3,00	837
d	8,00	814
e	23,00	714
f	65,00	547
g	180,00	256

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM

K1 – nerozpustené karbidy počas austenitizácie (10%),
K2 – začiatok vylučovania karbidov počas ochladzovania z austenitizačnej teploty
RA – zvyškový austenit
A – austenit
M – martenzit
P – perlit
B – bainit
F – ferit



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	V				
Obsah prvkov v %	1,18	0,25	0,30	0,70	0,10				
Normy	DIN / EN < 1.2210 >, 115CrV3, STN 19 421								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 220HB								

CHARAKTERISTIKA

Chrómvanádová nástrojová oceľ pre prácu za studena s vysokou odolnosťou proti opotrebeniu oterom, tiež nazývaná strieborná oceľ (striebornica).

POUŽITIE

Špirálové vrtáky, výhrubníky, záhlbníky, závitníky, vyhadzovače, dierovacie tŕne, zubové vrtáky, výstredníky, gravírovacie nástroje, vodiace kolíky.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050 – 850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
710–750 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
Ochladzovacie prostredie: voda, prípadne pri priemeroch do 15 mm je možný aj olej
Austenitizačná teplota:
– pri kalení do vody **780 až 810 °C**
– pri kaleni do oleja **810 až 840 °C**
Pri kalení do vody ako aj do oleja, ohrev na austenitizačnú teplotu musí byť stupňovitý. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.

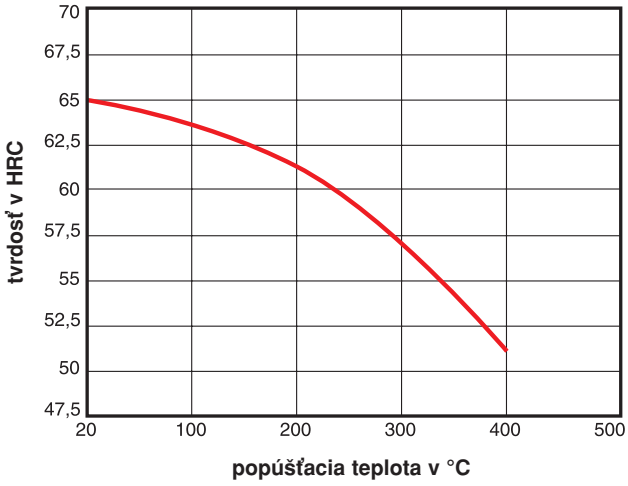
ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, povrch lesklý podľa EN 10278, h8, dĺžka tyčí 2000 mm, mm			
1,5	2,0	2,5	3,0

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, brúsené leštené h8, dĺžka tyčí 2000 mm, mm							
3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	8,5	9,0
9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	13,0	14,0
14,5	15,0	16,0	17,0	18,0	20,0	22,0	24,0
25,0	30,0	40,0					

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 800 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,80	kg/dm³
Tepelná vodivosť	32	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,33	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti v ťahu	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,8	12,5	12,9	13,5	13,7

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni			
Obsah prvkov v %	0,48	0,23	0,40	1,30	0,25	4,00			
Normy	DIN / EN < 1.2767 >, 45NiCrMo16, AISI –, STN ~ 19 655								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 285HB								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za studena s vysokou húževnatosťou a prekaliteľnosťou, rovnomernou tvrdosťou aj pri väčších prierezoch.
Pre Böhler K600 je charakteristická:

- vysoká rázová húževnatosť a pevnosť v tlaku,
- možnosť kalenia v oleji aj na vzduchu,
- dobrá leštiteľnosť.

Böhler K600 je možné z novej výroby dodať aj v kvalite ISODUR t. j. v ESU kvalite. Dostupnosť je potrebné preveriť.

POUŽITIE

Vysoko namáhané masívne raziace nástroje, lisovacie náradie na výrobu príborov, nástroje na vtláčanie za studena, nože pre strihanie väčších hrúbok za studena, formy pre lisovanie plastov.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	nad 12 mm	52	54
Plechy a pásy z ocele a kovových zliatin s pevnosťou 600 až 1 000 MPa	nad 12 mm	48	52

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050 – 850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
610 až 650 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do cca. 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

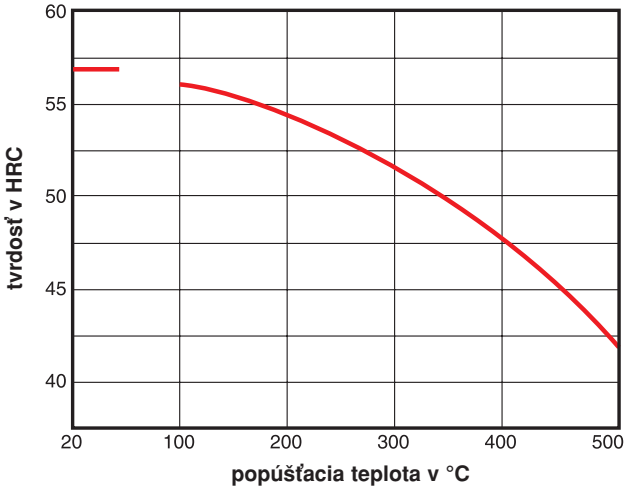
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
840 až 870 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze teplote **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (300 až 400 °C), vzduch.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V špeciálnych prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 850 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	28,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,30	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,0	12,5	13,0	13,5	14,0

DODÁVANÝ SORTIMENT

Oceľ BÖHLER K 600 sa dodáva v širokom sortimente tyčových polotovarov a platní s možnosťou delenia na požadované rozmery.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	55,8
60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	101,5
111,5	121,5	131,5	141,5	151,5	162,0	182,0	202,0
252,5	302,5	353,0					

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko

Šírka mm	Hrúbka mm			
	30,0	40,0	77,0	260,0
160,0	▬	▬		
250,0			▬	
810,0				▬

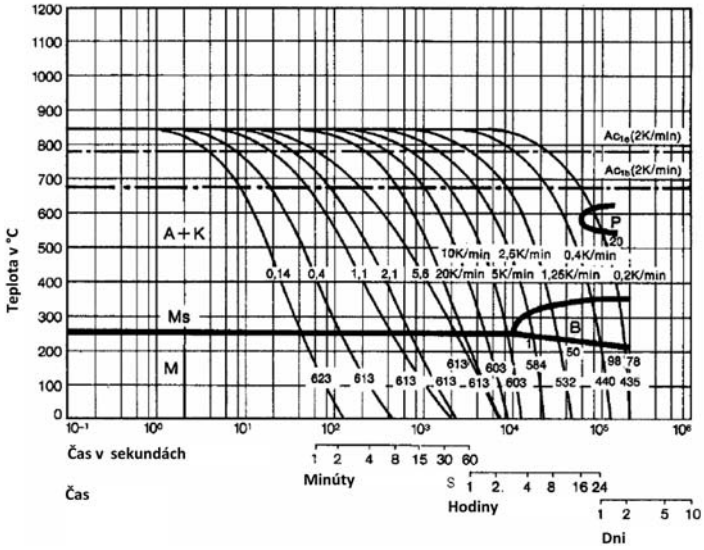
▬ Platne žíhané na mäkko

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov.

Hrúbka v mm	20,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0

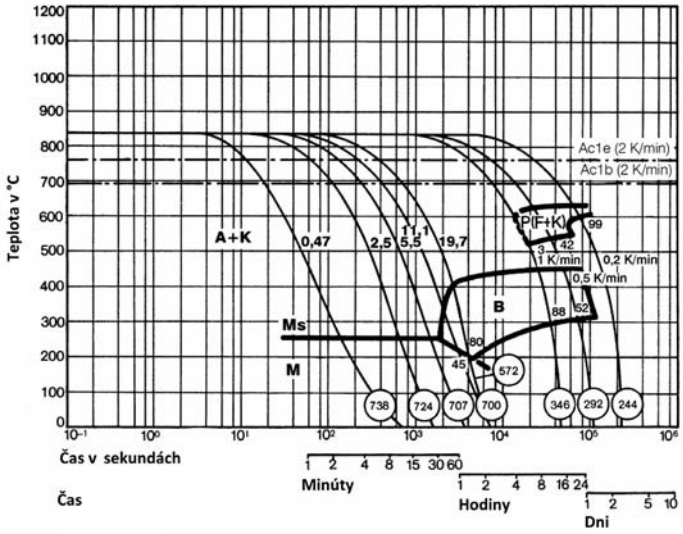
ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE K600

Böhler K600 - teplota austenitizácie: 840°C, výdrž: 15 minút,
623 ....435 tvrdosť v HV
1.....98 % fázový podiel v %,
0,14...5,6 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
20 K/min... 0,2 K/min rýchlosť ochladzovania v K/min v oblasti teplôt z 800°C na 500°C

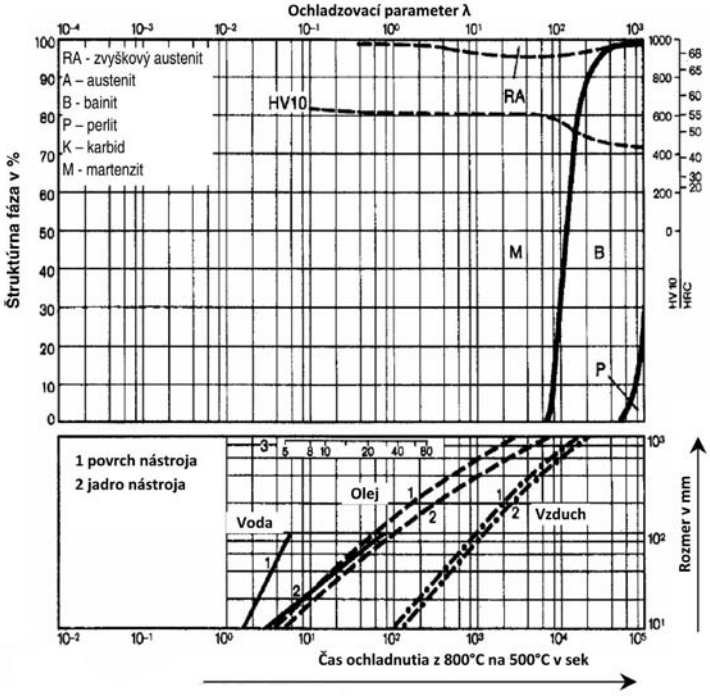


ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE K605

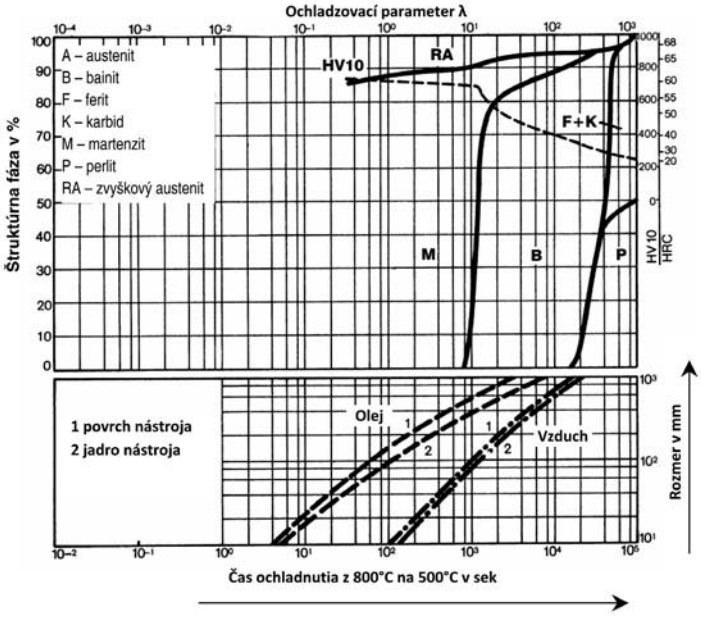
Böhler K605 - teplota austenitizácie: 840°C, výdrž: 20 minút,
738 ....244 tvrdosť v HV
3.....99 % fázový podiel v %,
0,47...19,7 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
1 K/min... 0,2 K/min rýchlosť ochladzovania v K/min v oblasti teplôt z 800°C na 500°C



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM OCELE BÖHLER K600



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM OCELE BÖHLER K605



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni			
Obsah prvkov v %	0,55	0,30	0,40	1,00	0,25	3,00			
Normy	DIN / EN ~ 1.2721, ~ 50NiCr13, AISI –, STN ~ 19 614								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 250HB								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za studena s vysokou húževnatosťou a prekaliteľnosťou, kaliteľná na vzduchu.

POUŽITIE

Vysoko namáhané masívne raziace nástroje, nástroje na lisovanie príborov, nástroje na vtláčanie za studena, nože nožníc na strihanie za studena pre väčšie hrúbky, formy pre lisovanie plastov.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
610 až 650 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do cca. 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
840 až 870 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie: olej, vzduch.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny,** popúšťanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V špeciálnych prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

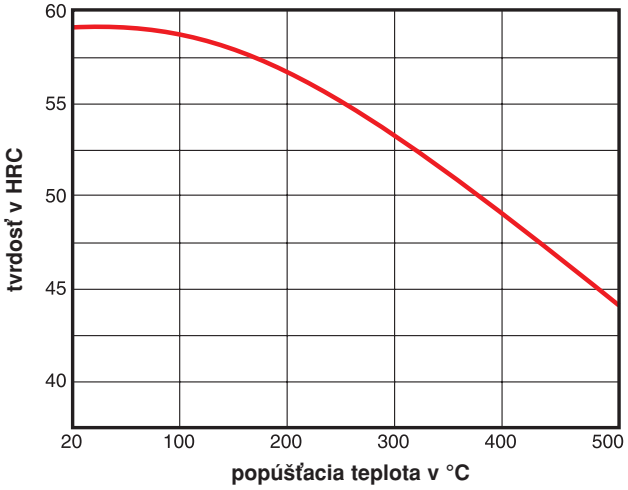
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	28,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,30	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,0	12,5	13,0	13,5	14,0

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 850 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm,
Povrch neopracovaný (pre ∅ 15,0 až 55 mm a ∅ 170 mm, ∅ 200 mm)
* Povrch predhrubovaný IBO ECOMAX (pre ∅ 60,8 mm až 151,5 mm)

15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0
55,0	60,8*	66,0*	71,0*	76,0*	81,0*	86,0*	91,0*
101,5*	111,5*	121,5*	136,5*	151,5*	170,0	200,0	

■ Štvorhranné tyče, žíhané na mäkko, tryskané, mm

50,0	60,0	80,0	100,0

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm 70,0	80,0
80,0	▬	
90,0	▬	▬
100,0		▬

Chemické zloženie	C	Si	Mn						
Obsah prvkov v %	1,23	0,40	12,50						
Normy	DIN / EN < 1.3401 >, X120Mn12, AISI –, STN ~ 17 618								
Stav pri dodaní	Po vytvrdení								

CHARAKTERISTIKA

Austenitická mangánová oceľ s vysokou odolnosťou proti opotrebeniu oterom a veľmi dobrou húževnatosťou. BÖHLER K 700 svoju pracovnú tvrdosť dosahuje spevňovaním za studena a preto je obzvlášť vhodná pri vysokých nárokoch na odolnosť voči opotrebeniu oterom, rázom a tlakovému zaťaženiu.

Mechanické vlastnosti pri dodaní

Tvrdosť v HB	Zmluvná medza klzu Rp 0,2 v N/mm²	Medza pevnosti v ťahu Rm v N/mm²	Ťažnosť A_5 v %	Kontrakcia Z v %	Rázová práca (vzorka s vrubom) v J
~200	min. 350	800–1000	min. 35	min. 35	~100

POUŽITIE

Dielce drvičiek, drviace čeluste, narážacie a vibračné kladivá, mláťacie lišty, bezpečnostné a technologické zariadenia pre ťažobný priemysel, automobilový priemysel, výstelky mlecích, omieľacích a pieskovacích zariadení, zuby a lyžice bagrov, pancierovania, trezory, mreže.

Aplikácie Böhler K700

Trezory

Tryskacie a pieskovacie zariadenia

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Tepelné spracovanie ocele BÖHLER K 700 spočíva v precipitačnom vytvrdzovaní – materiál sa dodáva už vytvrdený (mechanické vlastnosti pri dodaní sú uvedené v tabuľke).

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

▬ Plechy vytvrdené, šírka 1000 mm, dĺžka 2000 mm								
Hrúbka v mm	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0
	12,0							

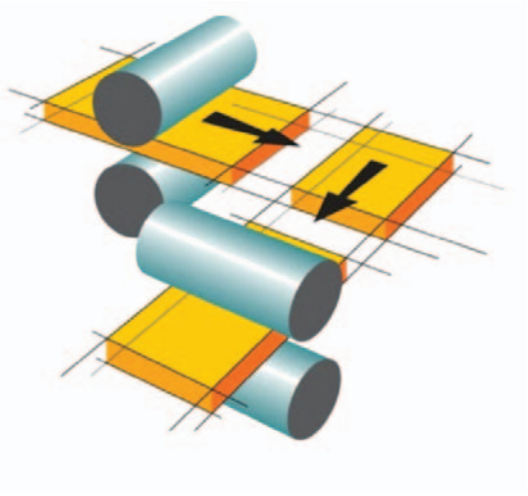
● Kruhové tyče, vytvrdené, kalibrované, mm	
20,0	30,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,90	kg/dm³
Tepelná vodivosť	13,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	500	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,68	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	190 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	18,2	19,4	20,8	21,7	20,8

Všetky plechy z produkcie Böhler sú vyrábané špeciálnou technológiou krížového valcovania, čím získavame plechy s rovnomernými mechanickými, technologickými ako aj fyzikálnymi vlastnosťami.



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	V				
Obsah prvkov v %	0,90	0,25	2,00	0,35	0,10				
Normy	DIN / EN < 1.2842>, 90MnCrV8, AISI ~O2, STN 19 312								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 220 HB								

CHARAKTERISTIKA

Nástrojová oceľ kaliteľná v oleji, odolávajúca rozmerovým zmenám.

POUŽITIE

Strižné nástroje (matrice, razníky), nástroje pre lisovanie, rezanie závitov, nástroje na opracovanie dreva, strojné nože pre papierenský, drevársky a oceliarsky priemysel, meradlá, formy na plasty.

DODÁVANÝ SORTIMENT

Oceľ BÖHLER K 720 sa dodáva v širokom sortimente vo forme kruhových, plochých a štvorhranných tyčí, ako aj vo forme plechov.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

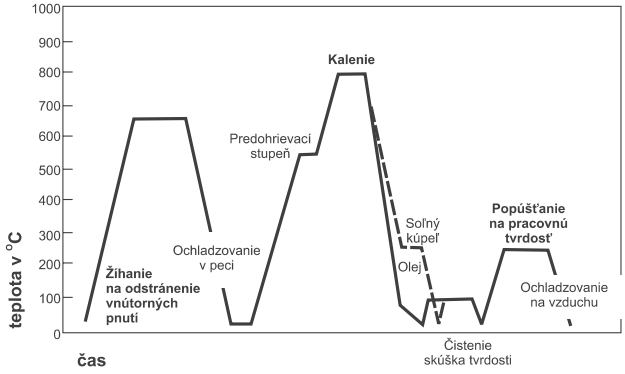
Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
680–720 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
790 až 820 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze teplote **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (220 až 250 °C) do hrúbky 20 mm.

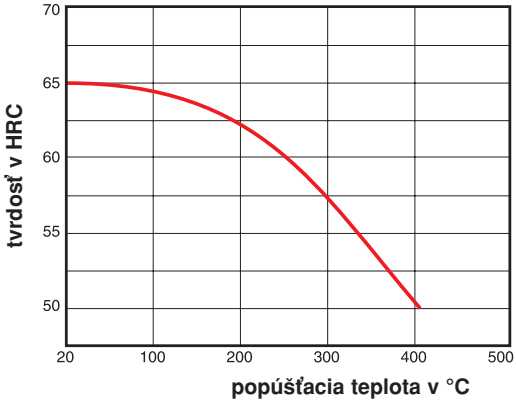
Schéma tepelného spracovania legovaných ocelí pre prácu za studena s teplotou kalenia pod 900 °C pre akosť napr. Böhler K720, K460.



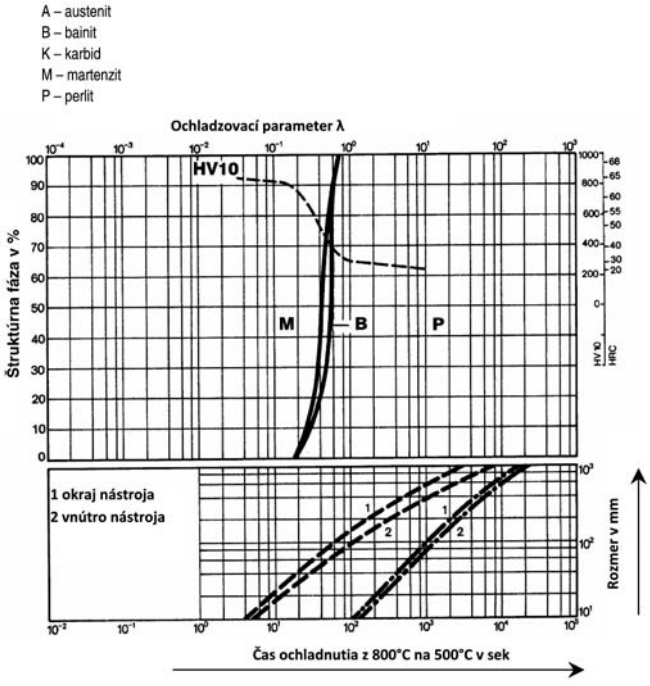
POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny. Ochladzovanie na vzduchu.
Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu. V špeciálnych prípadoch je účelné popúšťať pri nižších teplotách s predĺženou výdržou.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 810 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



Štandardný rozmerový sortiment

▬ Ploché tyče, špeciálne žíhané, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm															
	6,0	8,0	10,0	12,0	15,0	20,0	22,0	25,0	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	100,0
20,0					▬											
25,0		▬	▬	▬	▬	▬										
30,0		▬	▬	▬	▬	▬		▬								
35,0					▬	▬										
40,0	▬	▬	▬		▬	▬		▬	▬							
45,0						▬	▬	▬								
50,0	▬		▬		▬	▬		▬	▬	▬	▬					
55,0								▬								
60,0	▬	▬	▬		▬	▬		▬	▬		▬	▬				
70,0			▬	▬	▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬			
80,0			▬		▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬			
90,0			▬		▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬			
100,0		▬	▬		▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	
120,0				▬	▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	
130,0						▬		▬	▬		▬					
150,0			▬		▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬	▬	▬	▬
160,0						▬		▬	▬		▬	▬				
180,0						▬		▬	▬		▬	▬	▬			
200,0					▬	▬		▬	▬		▬	▬	▬		▬	▬
250,0						▬		▬	▬		▬	▬	▬		▬	▬
300,0									▬		▬	▬	▬		▬	▬
350,0											▬	▬	▬			
400,0											▬	▬				

■ Štvorhranné tyče, žíhané na mäkko, tryskané, mm

15,0	16,0	20,0	25,0
30,0	35,0	40,0	45,0
50,0	60,0	70,0	80,0
90,0	100,0	120,0	150,0

▬ Plechy, špeciálne žíhané, šírka 1000 mm, dĺžka 2000 mm, hrúbka v mm

1,5	2,0	2,5	3,0
3,5	4,0	4,5	5,0
6,0	8,0	10,0	12,0
15,0			

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, kalibrované, mm

10,0	12,0

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované, IBO ECOMAX, mm

15,5	17,5	20,5	22,5	25,5	28,5
30,5	32,8	35,8	38,8	40,8	45,8
50,8	55,8	60,8	66,0	71,0	76,0
81,0	86,0	91,0	96,0	101,5	106,5
111,5	116,5	121,5	126,5	131,5	141,5
151,5	162,0	172,0	182,0	192,0	202,0
212,0	222,0	232,0	242,0	252,5	262,5
282,5	302,5	323,0	343,0	353,0	363,0
383,0	403,0				

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	30,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(Kg.K)
Merný elektrický odpor	0,35	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,8

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	0,85	0,55	0,40	4,35	2,80	2,10	2,55	4,50	
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280 HB								

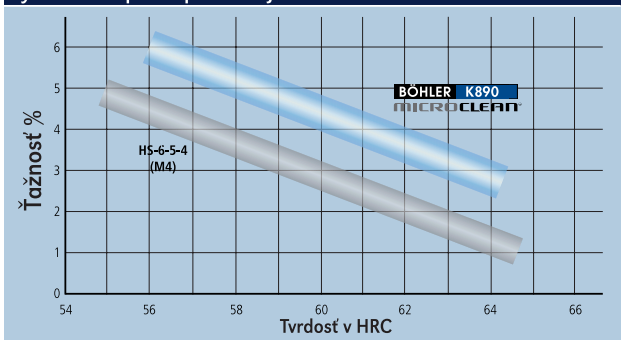
CHARAKTERISTIKA

Oceľ je vyrobená práškovou metalurgiou, má vysokú schopnosť plastickej deformácie, húževnatosť a vynikajúcu odolnosť proti únave. BÖHLER K890 MICROCLEAN® je charakterizovaná vlastnosťami:

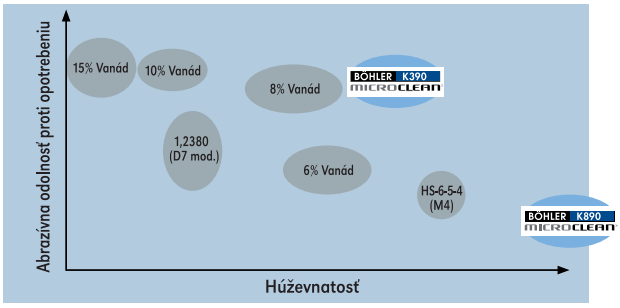
- vysoká pevnosť pri vysokej húževnatosti
- najvyššia duktilita
- najvyššia únavová pevnosť
- dobrá pevnosť v tlaku
- dobrá odolnosť proti opotrebovaniu
- dobrá tepelná stabilita

Pod duktilitou sa rozumie plastická deformácia materiálov prípadne schopnosť plasticky sa deformovať skôr ako dôjde k lomu. Materiál sa poruší, keď sa prekročí ťažnosť materiálu. Ťažnosť je charakteristická materiálová vlastnosť a používa sa k určeniu duktility, to znamená materiál s vyššou ťažnosťou má vyššiu bezpečnosť proti vzniku lomu.
Dôležitá skúška, ktorá charakterizuje pevnosť a duktilitu nástrojových ocelí je ťahová skúška. Pretože pre charakteristiku nástrojových ocelí s vysokou pevnosťou nie je vhodná žiadna normovaná geometria skúšobnej vzorky, preto BÖHLER vyvinul v spolupráci s výskumným centrom v Leoben vhodnú geometriu skúšobnej vzorky.
Výsledky z ťahovej skúšky, vykonané so špeciálne navrhnutými skúšobnými vzorkami pre nástrojové ocele s vysokou pevnosťou sú znázornené v nasledujúcom diagrame.

Vysoká schopnosť plastickej deformácie

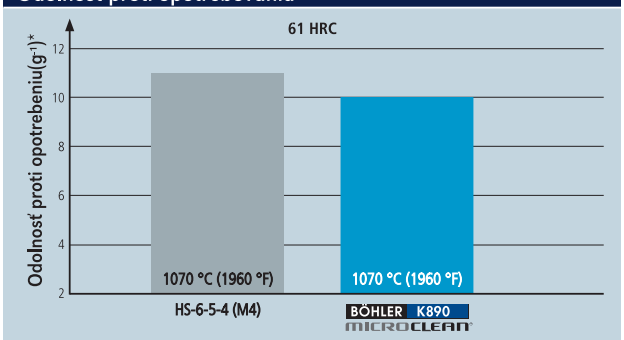


UMIESTNENIE PRODUKTU



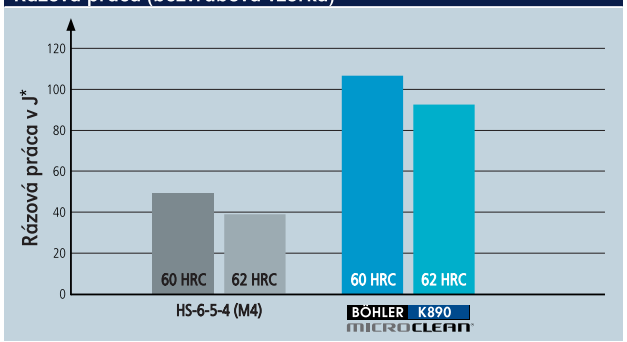
Böhler K890 MICROCLEAN® vyniká napr. v porovnaní s oceľou normy HS-6-5-4 (M4) pri rovnakej pevnosti značne vyššou ťažnosťou. Pri vysoko plasticky namáhaných nástrojoch ponúka Böhler K890 Microclean vysokú bezpečnosť proti vzniku lomu a tým dlhšiu životnosť.

Odolnosť proti opotrebovaniu



* Stanovená laboratórnym testom použitím brúsneho papiera z SiC

Rázová práca (bezvrubová vzorka)



* Vzorka z valcovanej tyčovej ocele z pozdĺžneho smeru, tepelne spracovaná s ochl. parametrom $\lambda \leq 0,5$.

POUŽITIE

Strižné nástroje – matrice, razníky, strižné valce, všetky nástroje s požiadavkou vysokej duktility a húževnatosti.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	3–6 mm	61	63
	6–12 mm	60	62
Plechy a pásy z ocele a kov. zliatín s pevnosťou 600 až 1000 N/mm²	3–6 mm	60	62
	6–12 mm	58	60
	nad 12 mm	58	60
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	60	64
	nad 2 mm	60	64
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	4–8 mm	60	63
	8–12 mm	59	62
	nad 12 mm	58	62
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	3–6 mm	60	63
Austenitické ocele	3–6 mm	60	63
	6–12 mm	60	62
	nad 12 mm	58	60

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
Tvrdosť po žíhaní na mäkko: max 280 HB

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 °C až 700 °C po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

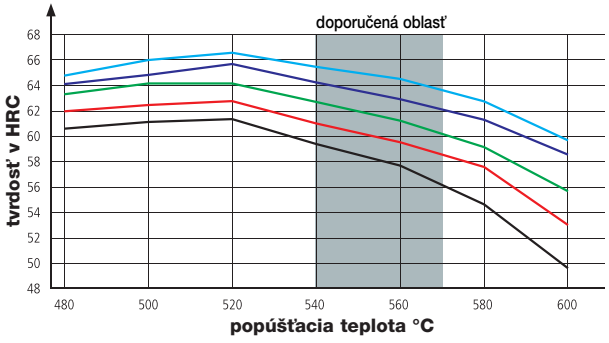
KALENIE
1 030 až 1 180 °C – stupňovitý ohrev.
Pre vysokú duktilitu:
1 030 °C / 3 x 2 h 560 °C
Kombinácia vysoká pevnosť a vysokou duktilitou:
1 100 °C / 3 x 2 h 540 °C
Pre vysokú pevnosť / tlakové zaťaženie:
1 180 °C / 3 x 2 h 540 °C
Po prehriatí v celom priereze výdrž na austenitizačnej teplote:
20 až 30 minút pre teploty **1 030–1 100 °C**
6 minút pre teploty **1 150–1 180 °C**
Ochladzovacie prostredie olej, N_2.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž na teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, **najmenej** však **2 hodiny**. Odporúčame popúšťať minimálne 3x.
Dosiahnuteľná tvrdosť: 58–64 HRC.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- kaliaca teplota 1 030°C
- kaliaca teplota 1 070°C
- kaliaca teplota 1 100°C
- kaliaca teplota 1 150°C
- kaliaca teplota 1 180°C

– kalené vo vákuu, ochladzovacie prostredie $N_2$5bar



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

15,5	20,5	25,5	30,8	35,8	40,8	45,8	50,8
60,8	71,0	81,0	91,0	101,0	121,5	131,5	141,5
151,5	162,0	172,0	182,0	202,0			

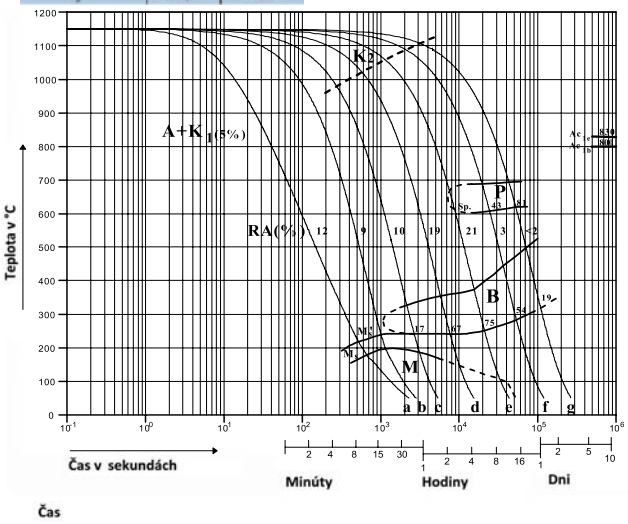
▬ Platne, žíhané na mäkko

Šírka v mm	Hrúbka v mm
	343
373	▬

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

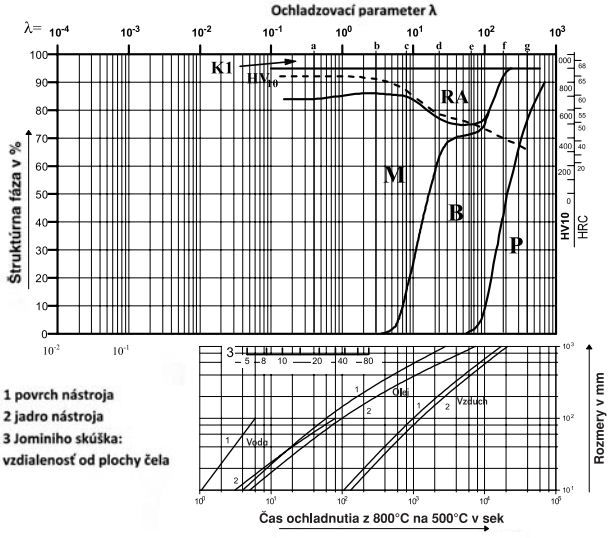
Vzorka	λ	HV_{10}
a	0,4	841
b	3,0	824
c	8,0	755
d	23,0	585
e	65,0	515
f	180,0	412
g	400,0	329

Teplota austenitizácie: 1150°C, výdrž: 30 minút,
λ = 0,4...400 ochladz. parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}



Kvantitatívny fázový diagram

K1 – počas austenitizácie podiel nerozpustených karbidov (5%)
K2 – začiatok vylučovania karbidov počas ochladzovania z austenitizačnej teploty
RA – zvyškový asutenit
A – austenit, M – martenzit, P – perlit, B - bainit



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	22,5	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	450,0	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,50	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	217,6 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20°C a ....°C	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	10,5	11,0	11,3	11,7	12,1
Fyz. vl. medzi 20°C a ....°C	600	700			
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	12,4	12,9			

Chemické zloženie	C	Si	Mn	P	S				
Obsah prvkov v %	0,48	0,30	0,70	max. 0,035	max. 0,035				
Normy	DIN / EN < 1.1730>, C45U (C45W), STN 19 083								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 190 HB								

CHARAKTERISTIKA

Nelegovaná nástrojová oceľ s veľmi dobrou obrábateľnosťou.

POUŽITIE

Pomocné časti lisovacích nástrojov (upínacia platňa, základová platňa), ručné nástroje a poľnohospodárske náradie všetkých druhov.

DODÁVANÝ SORTIMENT

Oceľ BÖHLER K 945 sa dodáva v širokom sortimente tyčových polotovarov a platní s možnosťou delenia na požadované rozmery. Tiež sa dodáva vo forme jemne frézovaných polotovarov.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–800 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
680 až 710 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

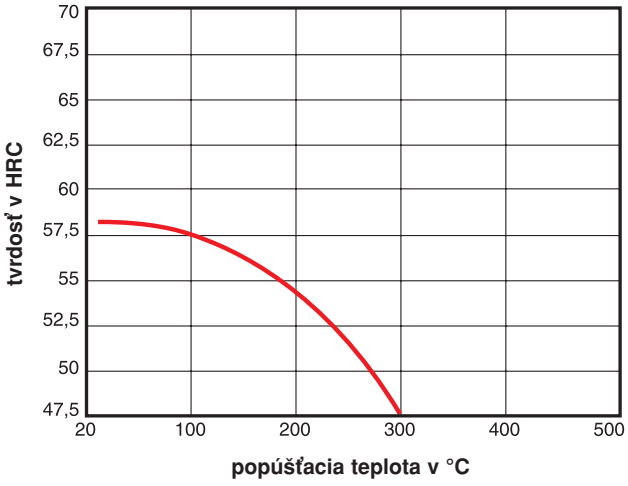
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
800 až 830 °C – stupňovitý ohrev.
Výdrž na austenitizačnej teplote **10 až 20 minút**.
Ochladzovacie prostredie **voda**.

POPÚŠŤANIE
Realizovať bezprostredne po kalení, pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, výdrž v peci na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 1 hodinu. Ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 810 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	50,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,12	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm

Povrch neopracovaný (pre ∅ 15,0–200 mm)
* Povrch predhrubovaný (od ∅ 210 mm)

15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	120	125	130	140	150	160
170	180	190	200	210*	220*	230*	240*	250*	260*	270*	280*	290*	300*	310*	320*	330*	340*	350*	360*	370*	380*	400*	420*	430*	450*
480*	500*	510*	520*	530*	550*	580*	600*	650*	675*	700*															

Ploché tyče, normalizačne žíhané

Hrúbka mm	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160
Šírka mm	40	25	30	40	40	160	50	160	60	160	70	200	90	200	100	160	100	200	120	160	160	160	160	200	200
	50	30	40	50	50	200	60	200	70	200	80	250	100	250	110	200	120	250	150	200	200	200	200	250	250
	60	40	50	60	60	220	70	250	80	250	90	300	110	300	120	250	140	300	160	250	250	250	250	300	300
	70	50	60	70	70	250	80	300	90	300	100	350	120	350	150	300	150	350	200	300	300	300	300	350	400
	80	60	70	80	80	300	90	350	100	350	110	400	130	400	160	350	160	400	250	350	350	350	350	400	450
	90	70	80	90	90	350	100	400	110	400	120	500	140	500	180	400	180	500	300	400	400	400	400	450	500
	100	80	90	100	100	400	110	500	120	500	140	600	150	600	200	500	200	600	350	450	450	500	450	500	550
	120	90	100	110	110	450	120	600	130	600	150	800	160	800	220	600	250	800	400	500	500	600	500	550	600
	150	100	110	120	120	500	130	800	140	800	160	1010	200	1010	250	800	300	1010	450	550	550	800	550	600	700
		110	120	130	130	600	140	1010	150	1010	180	1250	250	1250	300	1010	350	1250	500	600	600	1010	600	800	800
		120	130	140	140	800	150	1250	160	1250	200	2000	300	2000	350	1250	400	2000	550	800	700	1250	800	1010	1010
		130	140	150	150	1010	160	2000	200	2000	250		350		400	2000	450		600	1010	800	2000	1010	1250	1250
		150	150	160	160	1250	180		250		300		400		450		500		700	1250	1010		1250	2000	2000
		160	160	165	165	2000	200		300		350		450		500		600		800	2000	1250		2000		
		200	165	175	175		225		350		400		500		550		800		1010		2000				
		250	175	200	200		250		400		450		550		600		1010		1250						
		300	200	215	225		275		450		500		600		700		1250		2000						
		350	215	225	250		300		500		550		700		800		2000								
		400	225	250	275		325		550		600		800		1010										
		450	250	275	300		350		600		650		1010		1250										
		500	275	300	325		375		630		700		1250		2000										
		1010	300	325	350		400		650		800		2000												
		2000	325	350	375		425		700		1010														
			350	375	400		450		800		1250														
			375	400	425		475		1010		2000														
			400	450	450		500		1250																
			450	500	500		550		2000																
			500	550	550		600																		
			550	600	600		650																		
			600	800	700		700																		
			800	1010	800		800																		
			1010	1250	1010		1010																		
			1250	2000	1250		1250																		
			2000		2000		2000																		

Ploché tyče, normalizačne žíhané

Hrúbka mm	175	185	195	205	215	225	235	245	255	265	275	285	295	305	325	355	375	405	425	455	475	505	525	555	605
Šírka mm	200	300	400	400	805	805	805	805	805	805	805	805	1010	805	805	805	1010	1010	1010	1250	1250	1250	1600	1600	1250
	250	400	450	450	905	905	905	905	905	905	905	905	1250	905	905	1010	1250	1250	1250	1600	1600	1600			
	300	450	500	500	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1600	1010	1010	1250	1600	1600	1600						
	350	500	550	550	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250		1250	1250	1600									
	400	550	600	600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600		1600	1600										
	450	600	800	700	2000	2000																			
	500	800	905	800																					
	550	1010	1010	905																					
	600	1250	1250	1010																					
	800	2000	2000	1250																					
	1010			2000																					
	1250																								
	2000																								

■ Štvorhranné tyče, normalizačne žíhané, mm

20	25	30	35	40	45	50	60	65	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	200	250			

Rýchlorezné ocele sú podľa normy *EN ISO 4957* definované ako:

ocele, ktoré sú nasadzované najmä k trieskovému obrábaniu a k tvárneniu a ktoré si na základe svojho chemického zloženia zachovávajú vysokú tvrdosť pri vyšších teplotách a odolnosť proti popusteniu do teploty okolo 600 °C.

BÖHLER TOP PRODUKTY POUŽÍVANÉ V OBLASTI RÝCHLOREZNÝCH OCELÍ

MICROCLEAN® Ocele vyrábané práškovou metalurgiou 3. generácie

ODPORÚČANÉ MATERIÁLY – PROGRAM

Böhler označenie	Chemické zloženie v %							Normy		
	C	Cr	Mo	V	W	Co	Iné	DIN / EN	AISI	STN
Rýchlorezné ocele										
BÖHLER S500 1	1,10	3,90	9,20	1,00	1,40	7,80		< 1.3247 > HS2-9-1-8	M42	–
BÖHLER S600 2	0,90	4,10	5,00	1,80	6,20	–		< 1.3343 > HS6-5-2C	~ M2 reg.C	19 830
BÖHLER S630	0,95	4,00	4,00	2,00	4,00	–	Al = 0,5	špeciálna akosť	–	–
BÖHLER S705	0,92	4,10	5,00	1,90	6,20	4,80		< 1.3243 > HS6-5-2-5	~ M41 (~ M35)	19 852
Rýchlorezné ocele vyrábané práškovou metalurgiou										
BÖHLER S290 MICROCLEAN	2,00	3,80	2,50	5,10	14,30	11,00		špeciálna akosť	–	–
BÖHLER S390 MICROCLEAN	1,64	4,80	2,00	4,80	10,40	8,00		špeciálna akosť	–	–
BÖHLER S392 MICROCLEAN	1,67	4,75	2,00	4,80	10,40	8,00	+S	špeciálna akosť	–	–
BÖHLER S590 MICROCLEAN	1,29	4,20	5,00	3,00	6,30	8,40		< 1.3244 > HS6-5-3-8	–	–
BÖHLER S690 MICROCLEAN	1,35	4,10	5,00	4,10	5,90	–		~ 1.3351 ~ HS6-5-4	~ M4	–
BÖHLER S790 MICROCLEAN	1,29	4,20	5,00	3,00	6,30	–		< 1.3345 > HS6-5-3C	~ M3Cl.2	–

1 – možnosť dodať z novej výroby aj v kvalite ISORAPID (ESU), dostupnoť je potrebné vždy preveriť
2 – dostupná aj v kvalite ISORAPID (ESU)

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ

BÖHLER označenie	Zachovanie tvrdosti pri vyšších teplotách	Odolnosť proti opotrebeniu	Húževnatosť	Brusiteľnosť	Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu
Rýchlorezné ocele					
BÖHLER S500	★★★★	★★	★★	★★★	★★★★
BÖHLER S600	★★★	★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER S630	★★★	★★	★★★	★★★	★★★
BÖHLER S705	★★★	★★	★★★	★★★	★★★
Rýchlorezné ocele vyrábané práškovou metalurgiou					
BÖHLER S290 MICROCLEAN	★★★★★	★★★★★	★	★	★★★★★
BÖHLER S390 MICROCLEAN	★★★★	★★★★	★★★★	★★★	★★★★
BÖHLER S590 MICROCLEAN	★★★★	★★★	★★★	★★★	★★★★
BÖHLER S690 MICROCLEAN	★★	★★★	★★★★★	★★★	★★★
BÖHLER S790 MICROCLEAN	★★	★★	★★★★	★★★	★★★

VLASTNOSTI CHARAKTERISTICKÉ PRE RÝCHLOREZNÉ OCELE

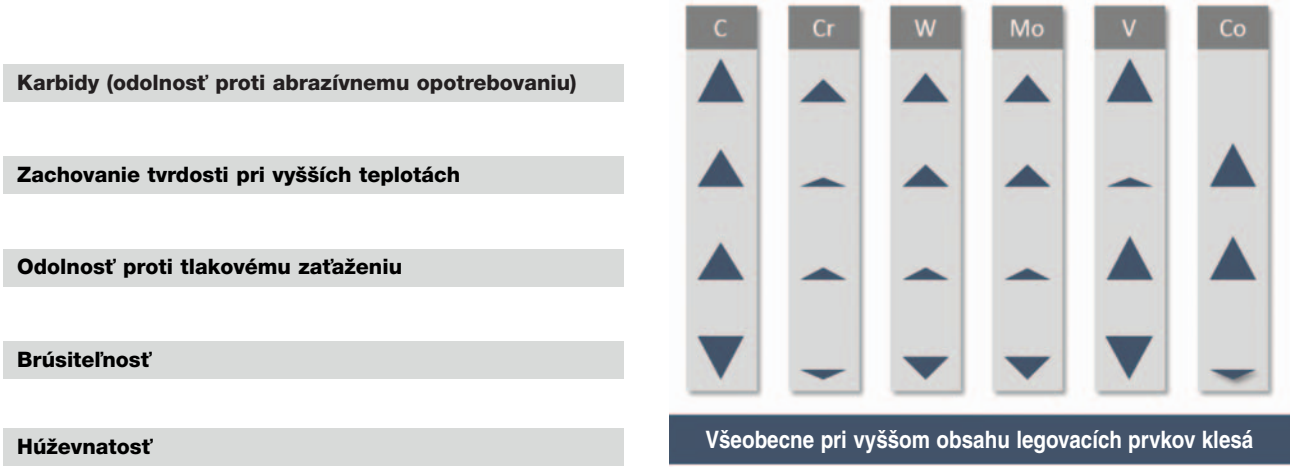
- Vysoká pracovná tvrdosť
- Odolnosť proti opotrebovaniu
- Húževnatosť
- Odolnosť proti popusteniu a zachovanie tvrdosti pri vyšších teplotách
- Odolnosť proti tlakovému zaťaženiu

Vlastnosť	Zdôvodnenie	Metalurgické opatrenia
Zachovanie tvrdosti pri vyšších teplotách	Deformácie a trenie vedú k vysokým pracovným teplotám na ostrí nástroja až do 800 °C a môžu viesť k zmäknutiu (popusteniu)	Ocele s vysokým obsahom primárnych a eutektických karbidov v sekundárne zakalenej matrici
Odolnosť proti opotrebeniu (abrazívne – adhezívne)	Vyštiepenia ostria (hrany) a abrazívne opotrebenie zmenia geometriu tak, že ďalšie trieskové opracovanie nie je možné	Ocele s vyšším obsahom tvrdších karbidov (primárne a eutektické karbidy v sekundárne zakalenej matrici), špeciálne karbidy vanádu
Húževnatosť / pevnosť v ohybe	Obzvlášť dôležitá vlastnosť pri tvárnení za studena, kde pôsobia aj šmykové a ohybové sily	Jemné a rovnomerné rozložené karbidy, prášková metalurgia, austenitizácia pri nižších teplotách

VPLYV LEGOVACÍCH PRVKOV NA VLASTNOSTÍ OCELÍ:

Uhlík: karbidotvorný prvok, zvyšuje odolnosť proti opotrebeniu, je zodpovedný za tvrdosť základnej matrice.
Chróm: karbidotvorný prvok, karbidy chrómu zvyšujú pevnosť ocelí a odolnosť proti abrazívnemu opotrebovaniu. Zvyšuje prekaliteľnosť a zlepšuje pevnosť za tepla.
Volfrám: je veľmi silný karbidotvorný prvok, tvorí veľmi tvrdé karbidy. Zlepšuje húževnatosť a zabraňuje rastu zrna. Zvyšuje pevnosť a odolnosť proti opotrebovaniu pri vysokých teplotách, zachováva reznosť a zároveň zvyšuje odolnosť proti popusteniu.
Molybdén: karbidotvorný prvok, zvyšuje pevnosť, medzu klzu. Zlepšuje prekaliteľnosť a zachovanie tvrdosti pri vyšších teplotách. U rýchlorezných ocelí zvyšuje reznosť.
Vanád: silný karbidotvorný prvok, tvorí najtvrdšie karbidy, zvyšuje odolnosť proti opotrebeniu a reznosť. Zvyšuje pevnosť pri vysokých teplotách, odolnosť proti opotrebeniu a zachovanie tvrdosti základnej matrice pri vyšších teplotách.
Kobalt: zlepšuje zachovanie tvrdosti pri vyšších teplotách a odolnosť proti popusteniu základnej matrice.
Hliník: zlepšuje odolnosť proti popusteniu a zachovanie tvrdosti pri vyšších teplotách.

Optimalizácia chemického zloženia a nastavenia podielu jednotlivých legovacích prvkov umožňuje ponúknuť prakticky pre všetky prípady namáhania najvhodnejšiu akosť rýchloreznej ocele.



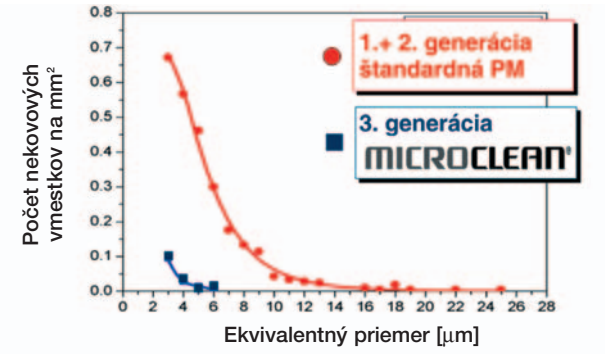
BÖHLER RÝCHLOREZNÉ OCELE – MICROCLEAN

Böhler vyvinul špeciálnu technológiu výroby ocelí práškovou metalurgiou 3. generácie, ktorá sa nazýva:

MICROCLEAN → *MICRO – kvôli veľkosti prášku*
CLEAN – kvôli čistote prášku

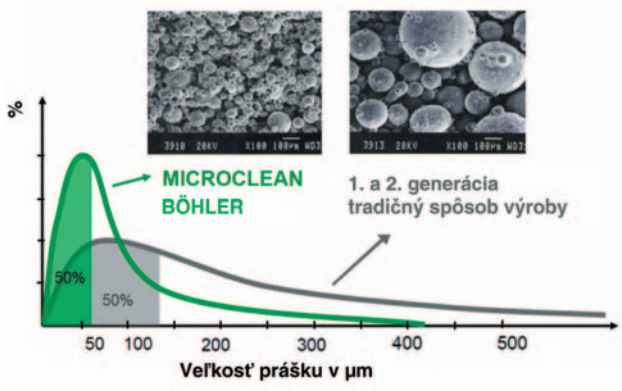
Porovnanie čistoty ocelí MICROCLEAN a štandardnej PM

Mechanické vlastnosti sú závislé od množstva nekovových vmestkov v oceli. Z grafu je zrejmé, že ocele vyrábané metódou 3. generácie sú právom označované ako ocele s najvyššou čistotou.



Porovnanie veľkosti prášku

Ocele Böhler vyrábané práškovou metalurgiou 3. generácie majú podstatne menšiu a rovnomernejšiu veľkosť prášku.

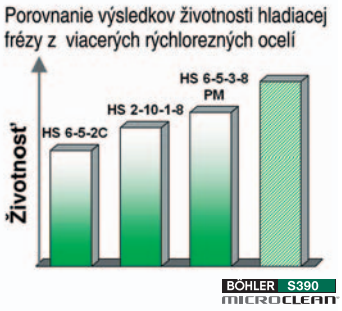


Výhody ocelí MICROCLEAN pre zákazníka:

- Vyššia húževnatosť
- Vyššia únavová pevnosť
- Mimoriadna spoľahlivosť a reprodukovateľnosť

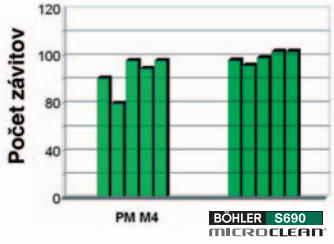
Príklady nasadenia:

Nástroj:
hladiaca fréza

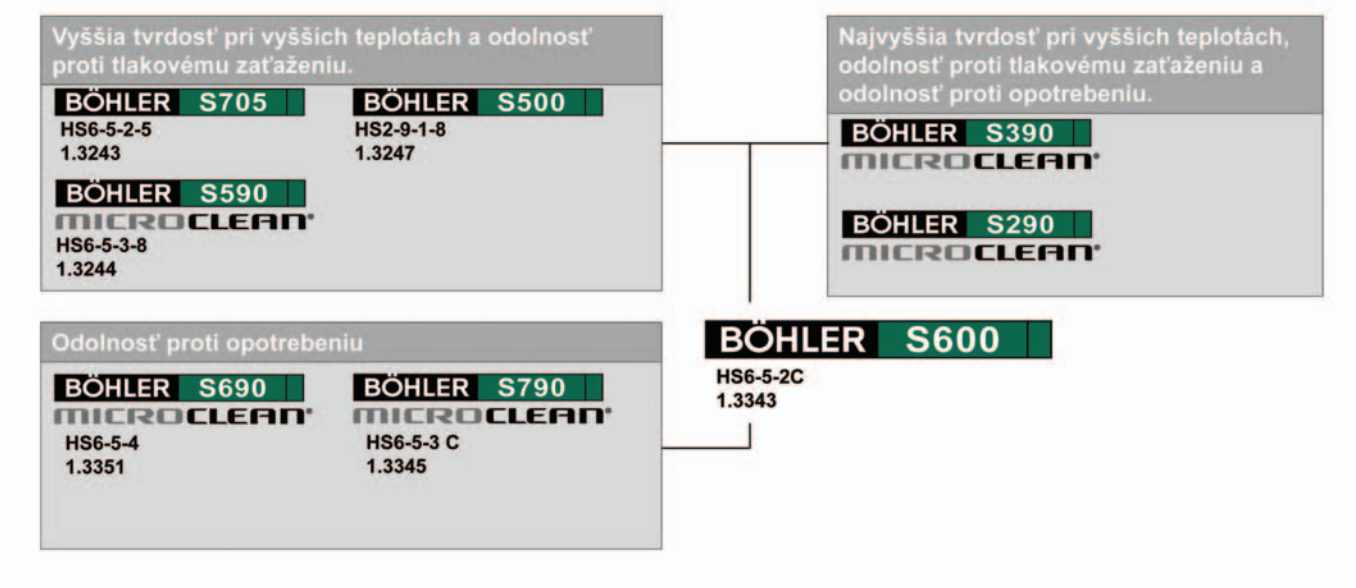


Nástroj:
strojný závitník, M6 povlakovaný

Opracovávaný materiál:
Sivá liatina (rezanie za sucha)



ORIENTAČNÁ SCHÉMA PRE SPRÁVNY VÝBER BÖHLER RÝCHLOREZNÝCH OCELÍ

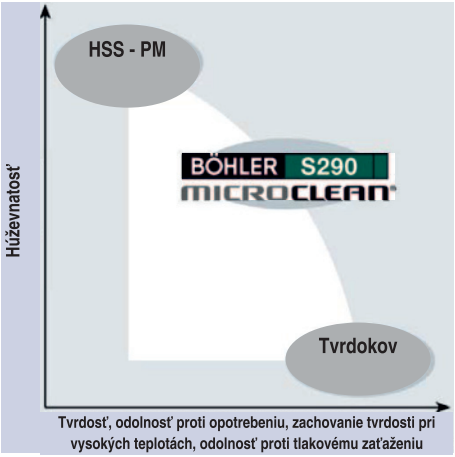


Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	2,0	0,50	0,30	3,80	2,50	5,10	14,3	11,0	
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 350HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ vyrobená práškovou metalurgiou s vysokou schopnosťou zachovania tvrdosti pri vysokých teplotách, s vysokou odolnosťou proti tlakovému zaťaženiu a odolnosťou proti opotrebovaniu. Vďaka spôsobu výroby práškovou metalurgiou má dobrú húževnatosť a výbornú obrábateľnosť.

UMIESTNENIE PRODUKTU



POUŽITIE

Vysoko namáhané nástroje pre trieskové opracovanie nielen ocelí ale aj zliatin na báze Ni a Ti, ako sú frézy všetkých druhov, obrážacie kotúčové nože, závitové nože, preťahovacie tŕne, špirálové vrtáky, výstružníky. Nástroje pre prácu za studena pracujúce pri vysokých tlakových zaťaženiach napr. razníky a matrice pre presné strihanie vysokopevných materiálov.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	63	67
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	do 1 mm	63	68

TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO
Tvrdosť po žíhaní na mäkko: max. 350 HB

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére. Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

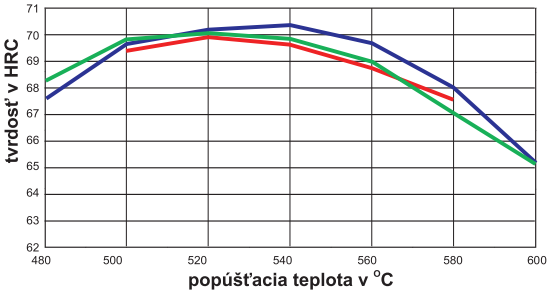
KALENIE

1 150 až 1 210 °C / pre kalenie v soli
1 150 až 1 190 °C / pre kalenie v plyne
*Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru.** Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje.***
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom prierezu v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu.
Doba zotrvania v soľnom kúpeli pozostáva z prehriatia v celom prierezu a výdrže na austenitizačnej teplote.
Doba zotrvania na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.
Dosiahnuteľná tvrdosť po popúšťaní 66–70 HRC.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Výdrž 3x2 hodiny
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 25 mm
1190°C (vakuum) λ = 0,60
1180°C (vakuum) λ = 0,52
1150°C (vakuum) λ = 0,49
λ = ochladzovací parameter t.j., čas ochladenia z 800 °C na 500 °C v sekundách x 10^{-2}



NITRIDOVANIE

Nitridovanie je možné v kúpeli, v plazme aj v plyne.

POVLAKOVANIE

PVD-povlakovanie je odporúčané pre určité aplikácie.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, brúsené h9, mm							
6,3	8,3	10,5					

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK ITk11, mm							
12,5	14,5	16,5	18,5	20,5	26	30,5	34
42	52	61	67	71	82	92	102
113	123						

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, IBO-ECOMAX, mm							
131,5	141,5	162	182	202			

▬ Platne, žíhané na mäkko, opracované ALLPLAN								
Šírka v mm	Hrúbka v mm							
	215	60,8						
255	▬							
302,5		▬						

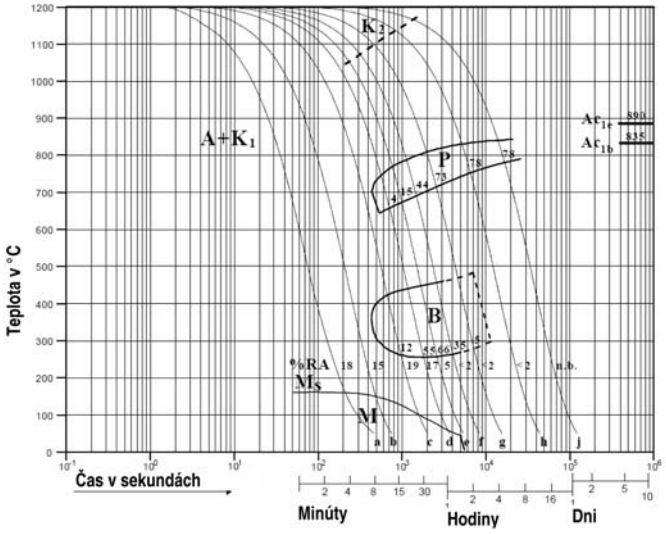
▬ Plechy žíhané na mäkko, tryskané*		
Hrúbka v mm		
1,5	2,5	3,5
* Na zistenie formátu plechov nás prosím kontaktujte !		

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,30	kg/dm³
Tepelná vodivosť	19,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,56	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	410	J/(kg.K)
Modul pružnosti	242 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	9,6	10,0	10,3	10,6	10,9	11,9	11,6

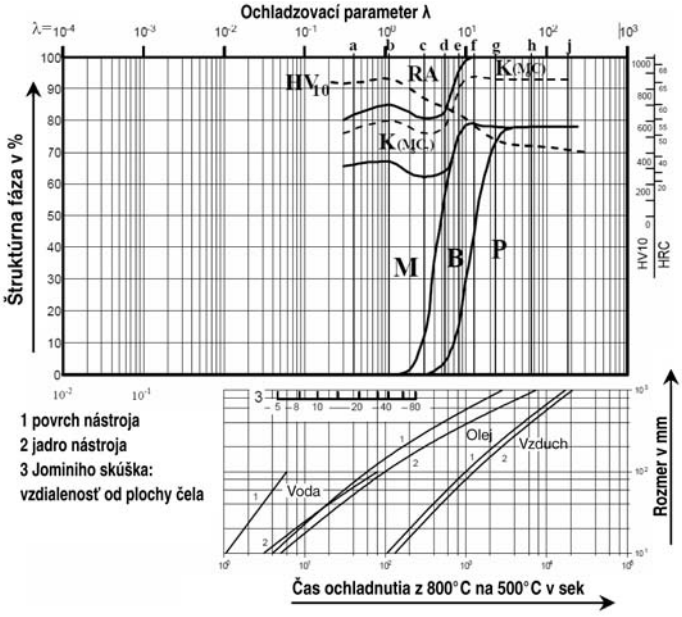
ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



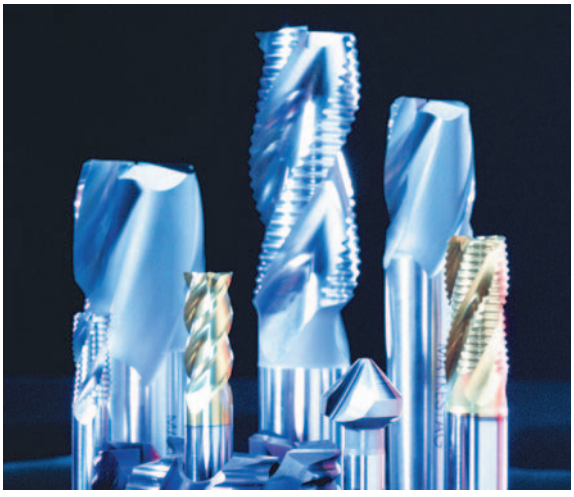
Teplota austenitizácie: 1210°C,
výdrž: 3 minúty,
0,4...180 ochladz. parameter, t.j.
čas ochladenia z teploty 800 na 500°C
v sekundách x 10^{-2}

Vzorka	λ	HV_{10}
a	0,4	842
b	1,1	864
c	3,0	737
d	5,5	678
e	8,0	626
f	12,5	562
g	23,0	476
h	65,0	444
j	180,0	418

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



1 povrch nástroja
2 jadro nástroja
3 Jominiho skúška:
vzdialenosť od plochy čela

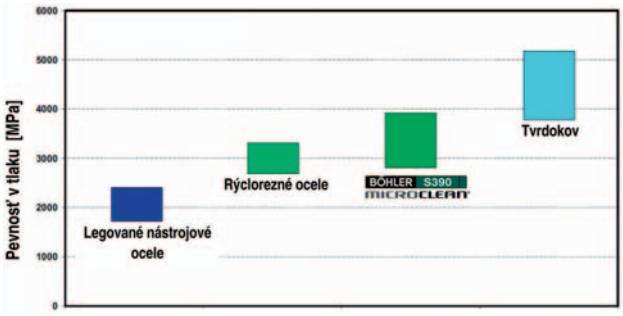


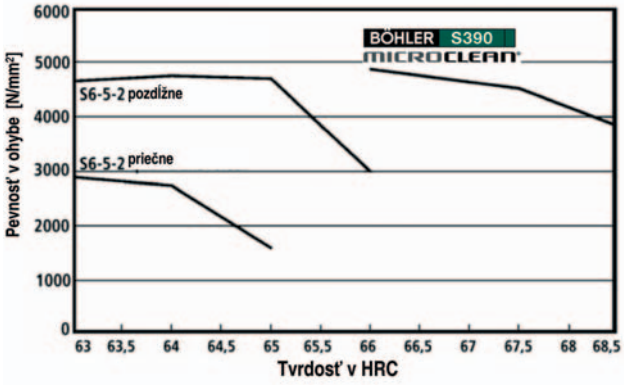
A – austenit
B – bainit
K – karbid
P – perlit
M – martenzit
RA – zvyškový austenit

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	1,64	0,60	0,30	4,80	2,00	4,80	10,4	8,00	
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 300 HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ vyrobená práškovou metalurgiou s vysokou schopnosťou zachovania tvrdosti pri vysokých teplotách, s vysokou odolnosťou proti tlakovému zaťaženiu a odolnosťou proti opotrebovaniu. Vďaka spôsobu výroby práškovou metalurgiou má dobrú húževnatosť a výbornú obrábateľnosť.





POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre trieskové opracovanie nielen ocelí ale aj zliatin na báze Ni a Ti, ako sú frézy všetkých druhov, obrážacie kotúčové nože, závitové nože, preťahovacie tŕne, strojné závitníky, špirálové vrtáky, výstružníky a pláty bimetalových píl.
Nástroje pre prácu za studena pracujúce pri vysokých tlakových zaťaženiach napr. razníky a matrice pre presné strihanie vysokopevných materiálov.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1 000 N/mm²	do 2 mm	62	64
	nad 2 mm	60	62
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	62	64
	4–8 mm	61	64
	8–12 mm	60	63
Transformátorové a dynamo plechy a pásky (vysoko abrazívne)	do 1 mm	62	66
	1–3 mm	61	63
	3–6 mm	60	62
Austenitické ocele	do 3 mm	63	65
	3–6 mm	60	64
	6–12 mm	58	60

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 150–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770–840 °C / 4 h
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 740 °C / 2 h.** Ďalšie pomalé ochladzovanie v peci.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 150 až 1 230 °C
*Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru**. Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje**.*
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov, najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania v **soľnom kúpeli** pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – diagram zotrvania. **Pri kalení vo vákuu** doba zotrvania na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vákuum.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí pri teplote 30–50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- výdrž na popúšťacej teplote: 3 x 2 hodiny
- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 25 mm

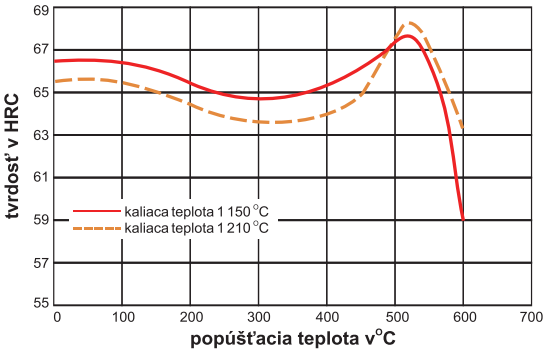
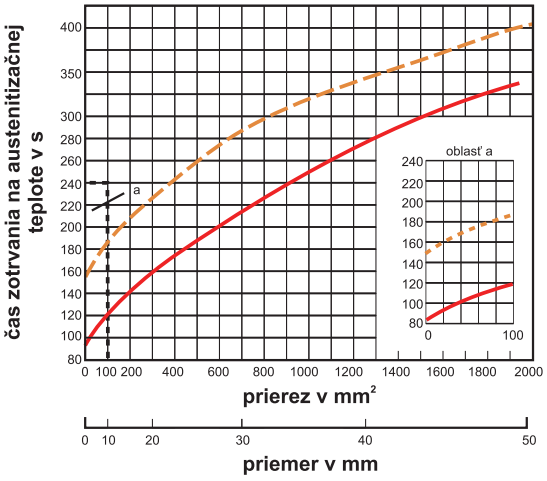


Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ)

——— výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd

– – – – výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd

Stupňovitý ohrev pri 550 °C, 850 °C a 1 050 °C



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm								
2,75	3,13	3,3	3,5	3,75	4,13	4,25	4,4	4,75
5,13	5,2	5,63	5,75	6,23	6,3	6,7	7,0	7,2
7,75	8,3	8,35	8,75	9,2	9,75	10,3	10,4	10,75
11,2	11,4	11,75	12,43	15,0	17,0	19,0	21,0	

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm								
12,3	12,75	13,5	14,5	15,5	16,5	18,5	20,5	22,5
24,5	25,5	26,0	28,0	30,5	32,0	34,0	36,0	39,0

NITRIDOVANIE

Nitridovanie je možné v kúpeli, v plazme aj v plyne.

POVLAKOVANIE

PVD-povlakovanie je odporúčané pre určité aplikácie. CVD povlakovanie je taktiež možné.

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,10	kg/dm³
Tepelná vodivosť	17,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,61	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	420	J/(kg.K)
Modul pružnosti	231 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	10,0	10,5	10,8	11,2	11,3	11,4	11,6

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm								
41,0	42,0	49,0	51,0	52,0	55,0	58,0	61,0	65,0
71,0	76,0	82,0	86,0	91,0	92,0	96,0	101,0	102,0
106,0	111,0	113,0	116,0	121,5	123,0	126,0	131,5	141,5
143,0	151,5	162,0	172,0	182,0	192,0	202,0	206,0	222,0
232,0	252,5	302,5	323,0	353,0				

● BHT kruhová tyč, (kalená a popustená na min. 66 HRC), ťahaná h9, mm
4,75

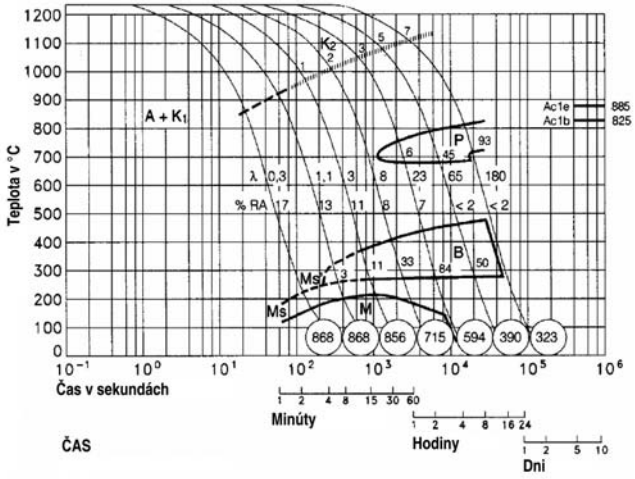
▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, ALLPLAN								
Šírka v mm	Hrúbka v mm							
	15,5	20,5	26,5	30,5	30,8	40,8	50,8	60,8
202,0	▬	▬		▬		▬		▬
302,5			▬		▬	▬	▬	▬

▬ Plechy, žíhané na mäkko, tryskané				
Hrúbka v mm				
1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
3,55	4,35	4,5	5,0	6,8
8,4				

▬ Platne žíhané na mäkko, Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

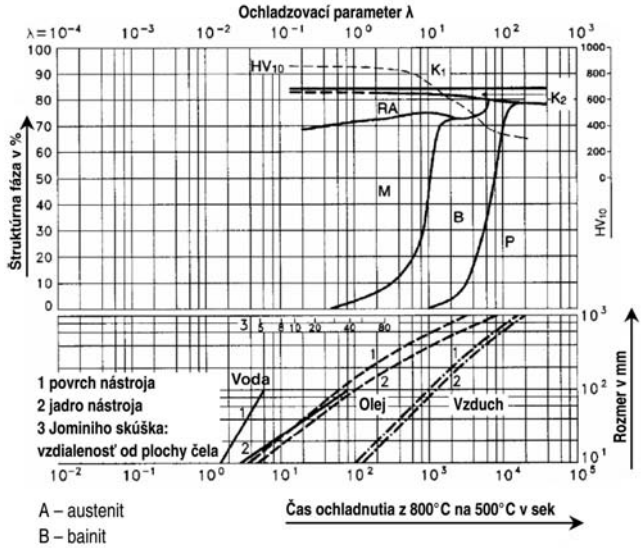
Šírka v mm	Hrúbka v mm
	343
373	▬

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



Teplota austenitizácie: 1230°C,
výdrž: 180 sekúnd,
○ Tvrdosť podľa HV
0,30...180 ochladz. parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
K1 – podiel nerozpustených karbidov (16%) počas austenitizácie
K2 – podiel tvorby nových karbidov počas ochladzovania z austenitizačnej teploty
Ms-Ms' – oblasť hranice zrn tvorby martenzitu

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



A – austenit
B – bainit
K – karbid
P – perlit
M – martenzit
RA – zvyškový austenit

Chemické zloženie	C	Cr	Mo	V	W	Co	S		
Obsah prvkov v %	1,67	4,75	2,00	4,80	10,4	8,00	+		
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 320 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ **s prídavkom síry** vyrobená práškovou metalurgiou so zlepšenou obrábateľnosťou, vysokou schopnosťou zachovania tvrdosti pri vysokých teplotách, s vysokou odolnosťou proti tlakovému zaťaženiu a odolnosťou proti opotrebovaniu.

POUŽITIE

Vysokovýkonné nástroje pre trieskové opracovanie pracujúce pri vysokých zaťaženiach (napr. odvaľovacie frézy).

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 150–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770–840 °C / 4 h
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C / h do 740 °C / 2 h**. Ďalšie pomalé ochladzovanie v peci.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére. Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 150 až 1 230 °C
Horné teploty z intervalu – ***nástroje jednoduchého tvaru.***
Spodná hranica teplôt – ***tvarovo zložité nástroje.***
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov, najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania **v soľnom kúpeli** pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – diagram zotrvania. **Pri kalení vo vákuu** doba zotrvania na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vákuum.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- výdrž na popúšťacej teplote: 3 x 2 hodiny
- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 25 mm

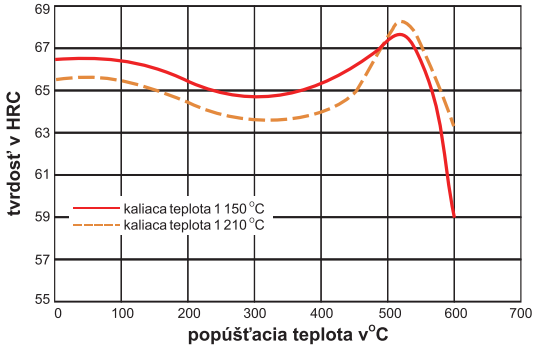
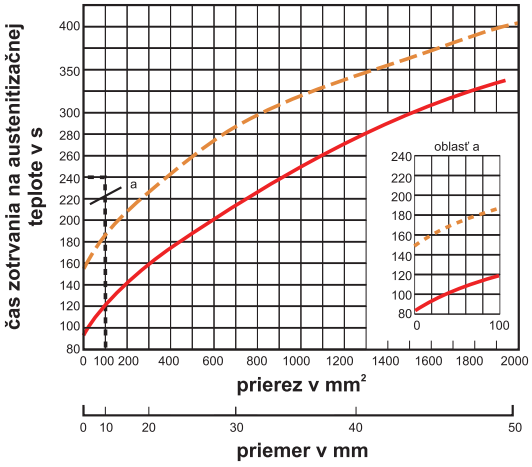


Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ)
výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev pri 550 °C, 850 °C a 1 050 °C



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

42,0	52,0	65,0	71,0	82,0	92,0	102,0	112,0	121,5
126,5	131,5	141,5	151,5	162,0	172,0	182,0	192,0	202,0
222,0	252,0	282,0	302,5	322,5	352,5	403,0		

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	8,10	kg/dm³
Merná tepelná kapacita	420	J/(kg.K)
Modul pružnosti	231 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [° C]	**93**	**260**	**427**	**593**
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	10,0	10,5	11,0	11,5

Teplota [° C]	**20**	**100**	**300**	**500**
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	17,0	19,0	23,0	25,5

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	1,10	0,50	0,20	3,90	9,20	1,00	1,40	7,80	
Normy	DIN / EN < 1.3247 >, HS2–9–1–8, AISI M42, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280 HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ legovaná Co a Mo s vysokou tvrdosťou, s výbornými reznými vlastnosťami, s vysokou tvrdosťou za zvýšených teplôt a dobrou húževnatosťou.
Pre vysokovýkonné nástroje je Böhler S500 dostupná z novej výroby aj v kvalite ISORAPID (elektrotroskovo pretavovaná). V prípade požiadavky je potrebné overiť dostupnosť.

POUŽITIE

Frézy, špirálové vrtáky a závitníky, preťahovacie tŕne, nástroje pre prácu za studena.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770–840 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére. Pomalé ochladzovanie v peci.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 160 až 1 180 °C
*Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru**. Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje**.*
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov, najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania v soľnom kúpeli pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – diagram zotrvania. Pri kalení vo vákuu doba zotrvania na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.
Ochladzovacie prostredie olej, vzduch, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), plyn, vákuum.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 1 180 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm

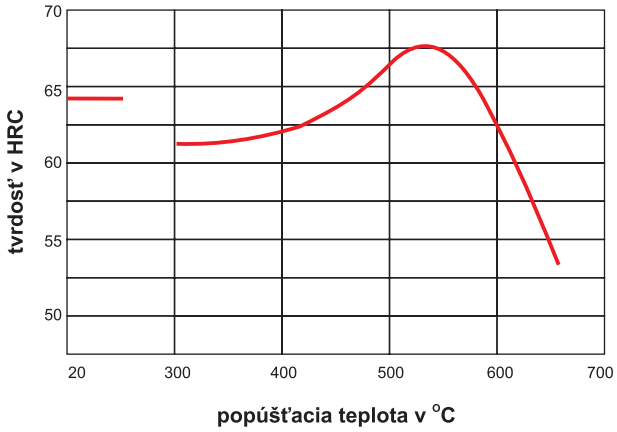
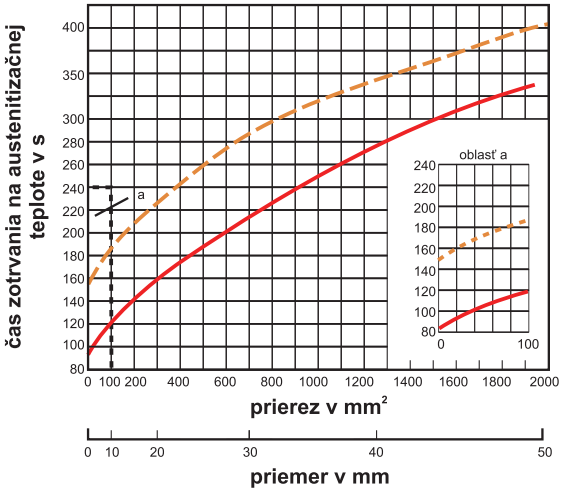


Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ)
——— výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
– – – – výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev pri 550 °C, 850 °C a 1 050 °C



NITRIDOVANIE

Nitridovanie je možné v kúpeli, v plazme aj v plyne.

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,10	kg/dm³
Tepelná vodivosť	20,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,52	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	429	J/(kg.K)
Modul pružnosti	220 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,0	11,5	11,9	12,3	12,4	12,5	12,5

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

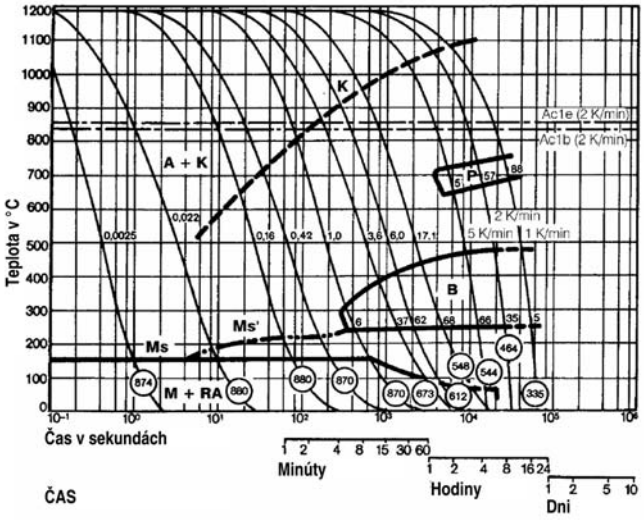
● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm				
6,3	8,3	10,3	10,5	12,3

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
40,8	42,8	44,8	45,8	46,8	48,8	50,8	51,8
52,8	55,8	60,8	66	71	76	81	86
92	96	101,5	106	111,5	116	121,5	126
131,5	141,5	151,5	162	182			

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm							
12,5	14,5	15,0	15,5	16,5	18,5	19,0	20,5
21,5	22,5	23,0	24,5	25,5	26,5	27,5	28,5
30,5	32,8	33,8	34,8	36,8	37,8	38,8	

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE Böhler S500

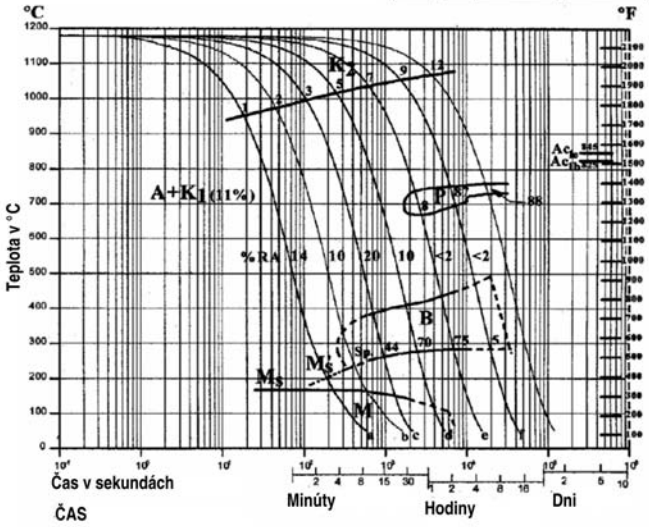
Teplota austenitizácie: 1180°C,
výdrž: 150 sekúnd,
◯ tvrdosť podľa HV
0,03...9,7 ochladz. parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
5 K/min.....1 K/min ochladzovacia rýchlosť v oblasti v K/min v oblasti 800 – 500°C
Ms-Ms' – oblasť hranice zrn tvorby martenzitu



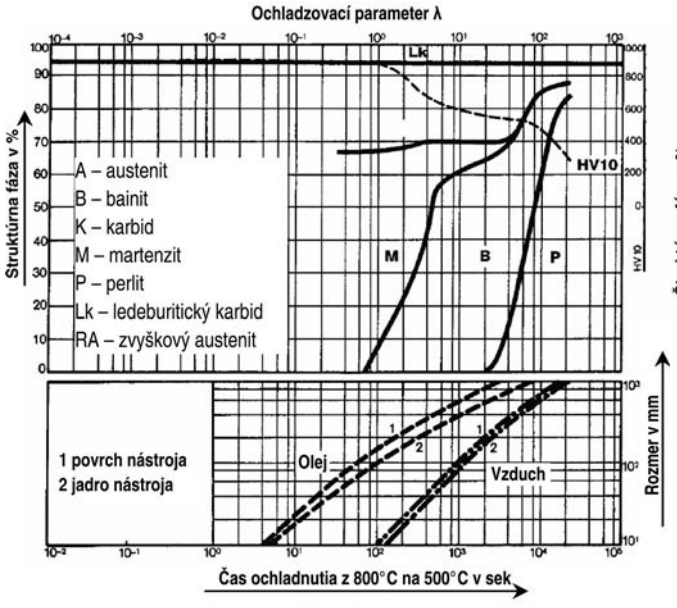
ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE Böhler S590 MICROCLEAN

Teplota austenitizácie: 1180°C,
výdrž: 180 sekúnd,
K1 – podiel nerozpustených karbidov (16%) počas austenitizácie
K2 – podiel tvorby nových karbidov počas ochladzovania z austenitizačnej teploty
Ms-Ms' – oblasť hranice zrn tvorby martenzitu

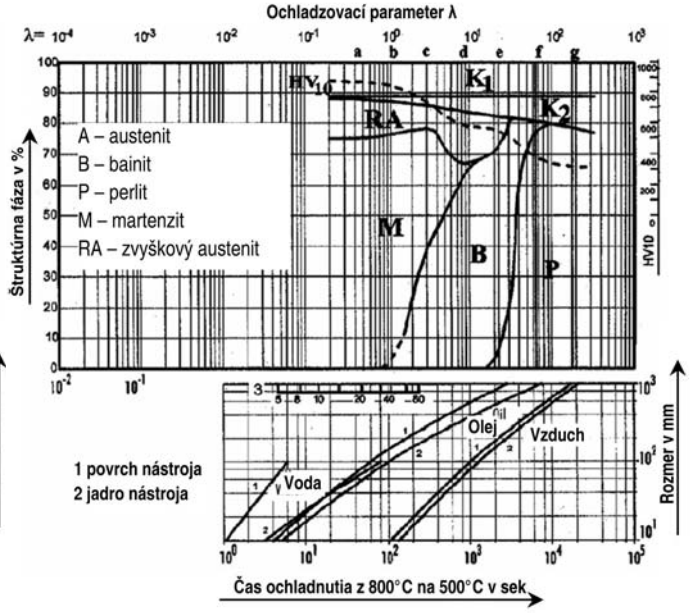
Vzorka	λ	HV_{10}
a	0,4	870
b	1,1	845
c	3,0	740
d	8,0	592
e	23	549
f	65	384
g	180	325



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	1,29	0,60	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30	8,40	
Normy	DIN / EN < 1.3244 >, HS6–5–3–8, AISI –, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 300 HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ vyrobená práškovou metalurgiou s dobrou schopnosťou zachovania tvrdosti pri vysokých teplotách, s vysokou odolnosťou proti tlakovému namáhaniu a dobrou odolnosťou proti opotrebeniu. Vďaka spôsobu výroby technológiou práškovej metalurgie má dobrú húževnatosť a je výborne obrobiteľná, napr. výborne brúsiteľná. V prípade požiadavky ešte vyššej obrábateľnosti je možné ponúknuť materiál z novej výroby s prídavkom síry pod označením S592 Microclean.

POUŽITIE

Vysokovýkonné nástroje pre trieskové opracovanie nielen ocelí, ale aj neželezných kovov, ako zliatin na báze niklu a titánu – obrážacie kotúčové nože, frézy všetky druhov, odvaľovacie frézy, preťahovacie tŕne, strojné závitníky, špirálové vrtáky, hrebeňový závitový nôž, výstružníky, bimetalové pílové pásy. Taktiež nástroje pre prácu za studena, pracujúce pri vysokých tlakových zaťaženiach napr. strižné nástroje pre presné strihanie vysokopevných materiálov (stižníky, tvárniky, matrice).

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
870–900 °C
Oceľ je potrebné chrániť proti oduhličeniu.
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 700 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C – po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
Pomalé ochladzovanie v peci do 500 °C, ďalšie ochladzovanie na vzduchu. K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
Ohrev na austenitizačnú teplotu pri kalení v soľnom kúpeli v troch predohrievacích stupňoch:
1. stupeň **450 až 550 °C** napr. v konvenčnej peci,
2. stupeň **850 až 900 °C** soľný kúpeľ,
3. stupeň **1 050 °C** soľný kúpeľ (nutný pri vysokej austenitizačnej teplote).

Ohrev na austenitizačnú teplotu pri kalení vo vákuu v troch predohrievacích stupňoch:
1. stupeň kontinuálny ohrev na **450–550 °C**, výdrž na teplote do vyrovnania teplôt v celom priereze,
2. stupeň kontinuálny ohrev na **850–900 °C**, výdrž na teplote do vyrovnania teplôt v celom priereze
3. stupeň kontinuálny ohrev na **1 050 °C** (nutný len pri vysokej austenitizačnej teplote).

Austenitizácia: austenitizačná teplota 1 075 až 1 180 °C – teplotu voliť podľa želanej pracovnej tvrdosti (viď. tabuľka)

Čas zotrvania pri kalení **v soľnom kúpeli – diagram č. 1**, **čas zotrvania** pri kalení **vo vákuu – viď diagram č. 2.**

Ochladzovanie z austenitizačnej teploty:
- **soľný kúpeľ:** teplota soľného kúpeľa **550 °C**
- **olej:** umožňuje dosiahnuť želané tvrdosti pri veľmi hrubých prierezoch, ale riskujú sa tým veľké deformácie
- **vákuum:** vo vákuovej peci s dostatočným pretlakom dusíka cca. 4 bar a cirkuláciou. V niektorých prípadoch pre dosiahnutie požadovanej tvrdosti je nutný ešte väčší pretlak plynu. Dostatočná **rýchlosť ochladzovania je zvlášť dôležitá** v rozmedzí teplôt **1 050–600 °C**. Ak vysoké tlaky plynu spôsobujú deformácie, je účelné pri povrchovej teplote nástroja 400 °C cirkuláciu vypnúť.

Ochladzovať s dostatočným časom na vyrovnanie teplôt najmenej do 50 °C.

Orientačné hodnoty pre kalenie		
Tvrdosť v HRC	Kaliaca teplota v °C	Použitie
63	1 075	**Nástroje pre prácu za studena** pre strihanie, lisovanie, tvárnenie, pretláčanie, kruhové nože a nože veľkých dĺžok
64	1 110	
65	1 140	
66	1 160	
67	1 180	
65	1 140	**Nástroje pre trieskové opracovanie** ako sú frézy, nástroje na rezanie závitov, preťahovacie tŕne
66	1 160	
67	1 180	

POPÚŠŤANIE

Bezprostredne po kalení pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu, ktorá je bežne odporúčaná **560 °C**. Výdrž na teplote popúšťania po prehriatí v celom priereze musí byť pri každom popúšťaní 1 až 2 hodiny, potom pre zabezpečenie premeny zvyškového austenitu je nutné pomalé ochladzovanie do max 50 °C. Pre docielenie správnej štruktúry po tepelnom spracovaní popúšťať minimálne trikrát.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 25 mm

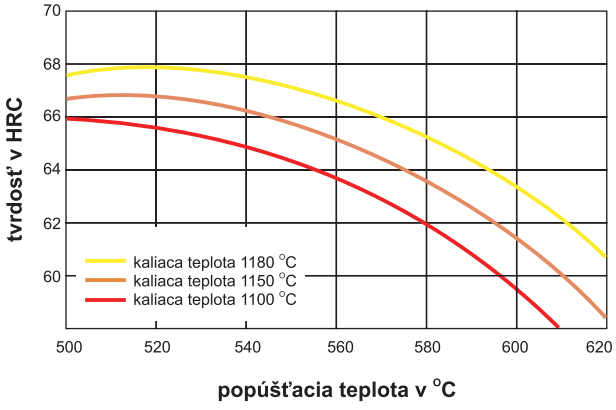


Diagram č. 1 – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ)

výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev pri 550°C, 850°C a 1050°C.

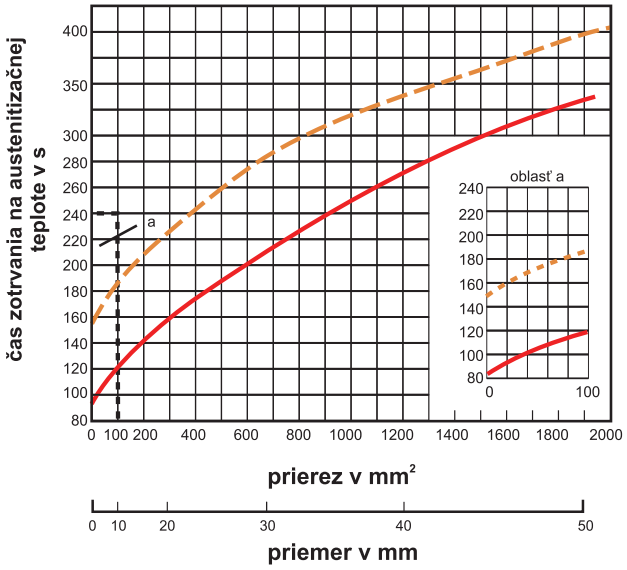
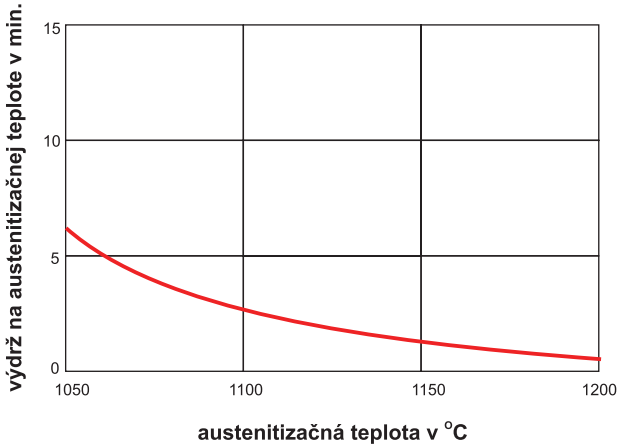


Diagram č. 2 – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (fluidná, vákuová pec, pec s cirkuláciou vzduchu)



NITRIDOVANIE

Nitridovanie je možné v kúpeli, v plazme aj v plyne.

POVLAKOVANIE

PVD-povlakovanie je odporúčané pre určité aplikácie. CVD povlakovanie je taktiež možné.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm	
6,3	
8,3	10,3

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm				
12,3	14,5	16,5	18,5	19,0
20,5	22,5	25,0	26,0	28,0
30,0	31,0	33,0	35,0	36,0
38,0				

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
41,0	43,0	45,0	48,0	51,0	55,0	58,0	61,0
64,0	67,0	71,0	76,0	78,0	82,0	86,0	92,0
101,0	102,0	106,0	111,0	116,0	121,0	126,0	131,0
136,5	141,0	151,0	162,0	172,0	182,0	192,0	202,0
222,0	232,0	243,0	252,5				

▬ Plechy žíhané na mäkko, tryskané, mm
1 000 x 20 x 1 400

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, ALLPLAN							
Šírka v mm	Hrúbka v mm						
	15,5	20,5	30,5	30,8	40,8	50,8	60,8
202,0			▬		▬	▬	
252,0				▬	▬	▬	

▬ Platne žíhané na mäkko, možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov	
Šírka v mm	Hrúbka v mm
	343
373	▬

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,05	kg/dm³
Tepelná vodivosť	22,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,61	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	420	J/(kg.K)
Modul pružnosti	240 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	10,0	10,5	10,8	11,2	11,3	11,4	11,6

Chemické zloženie	C	Cr	Mo	V	W				
Obsah prvkov v %	0,90	4,10	5,00	1,80	6,20				
Normy	DIN / EN < 1.3343 >, HS6–5–2C, AISI ~M2 reg. C, STN – 19 830								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280 HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ legovaná W a Mo s vysokou húževnatosťou a dobrými reznými vlastnosťami, univerzálne využiteľná, zároveň je vhodná pre nitridovanie v kúpeli, plazmou aj v plyne.
Oceľ BÖHLER S 600 sa vyrába nielen konvenčnou metalurgiou, ale aj elektrotroskovo pretavovaná v prevedení BÖHLER S600 ISORAPID pre vysokovýkonné nástroje.

POUŽITIE

Špirálové vrtáky, závitníky, výstružníky, preťahovacie tŕne, frézy všetkých druhov, píly na rezanie kovov, nástroje na opracovanie dreva. Nástroje pre prácu za studena.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele, Al a Al zliatin, Cu a zliatin Cu s pevnosťou do 600 N/mm²	do 3 mm	60	63
	3–6 mm	59	62
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou 600 až 1000 N/mm²	do 3 mm	59	62
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	60	62
	nad 2 mm	60	62
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	60	62
	4–8 mm	59	62
	8–12 mm	58	62
Austenitické ocele	do 3 mm	61	63

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770 – 840 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

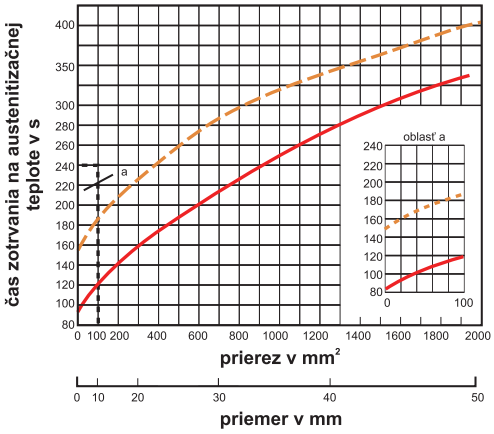
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 190 až 1 230 °C
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vákuum.
*Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru**.*
*Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje.***

Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov, najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania **v soľnom kúpeli** pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – pozri diagram zotrvania. **Pri kalení vo vákuu** výdrž na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.

Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ)

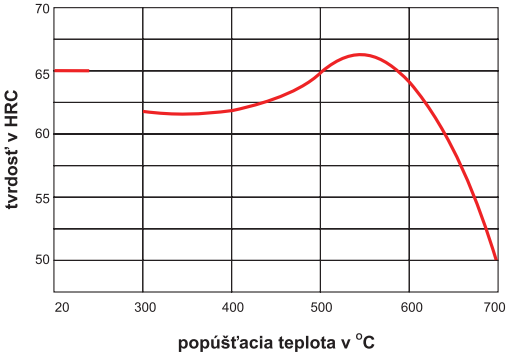
výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev pri 550°C, 850°C a 1 050°C.



POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu, **3. popúšťanie** na uvoľnenie napätí, pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť. Dosiahnuteľná tvrdosť po popúšťaní **64–66 HRC**.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1 210°C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, kalibrované, mm

9,0	10,0	11,0	12,0	

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm

2,8	3,0	3,2	3,3	3,4	3,7	3,8
4,2	4,3	4,4	4,5	4,7	4,8	5,0
5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,7	5,9
6,0	6,2	6,3	6,4	6,7	6,8	7,3
7,4	7,5	7,7	8,0	8,2	8,3	8,4
8,5	8,7	9,2	9,5	10,0	10,2	10,3
10,4	10,8	11,2	11,3	11,5	12,2	12,3

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované, IBO-ECOMAX, mm

40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8
48,8	49,8	50,8	51,8	52,8	53,8	54,8	55,8
56,8	58,8	60,8	62,8	64,0	65,0	66,0	68,0
69,0	70,0	71,0	73,0	76,0	79,0	80,0	81,0
83,0	86,0	91,0	96,0	101,5	106,5	111,5	116,5
121,5	126,5	131,5	136,5	141,5	151,5	162,0	172,0
182,0	192,0	202,0	212,0	222,0	232,0	242,0	252,0

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm

13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	17,0	18,0	19,0	19,5
20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0
30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0
40,0	41,0	42,0	43,0	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0	49,0
50,0	51,0	52,0	53,0	55,0					

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm

12,5	13,0	13,3	14,0	14,5	15,0	15,5
16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0
19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5
23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,5
27,5	28,5	29,5	30,5	31,8	32,8	33,8
34,8	35,8	36,8	37,8	38,8	39,8	

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka v mm	Hrúbka v mm						
	10	15	20	25	30	40	50
25,0			▬				
30,0	▬	▬	▬	▬			
35,0				▬			
40,0	▬		▬		▬		
45,0				▬	▬		
50,0					▬	▬	
55,0			▬				
60,0					▬	▬	▬
70,0							▬
80,0						▬	

■ Štvorhranné tyče, žíhané na mäkko, tryskané, mm

20,0	25,0	30,0	40,0

▬ Platne, žíhané na mäkko, tryskané
Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	30,0	35,0	45,0	50,0

▬ Plechy, žíhané na mäkko, tryskané* hrúbka v mm

0,8	0,9	1,0	1,25	1,5	1,6	1,8
2,0	2,25	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5
3,8	4,0	4,3	4,5	5,0	5,5	6,0
6,3	7,0	7,6	8,6	10,6	13,0	28,0

*na zistenie presného formátu plechov nás prosím kontaktujte

BHT – lesklé tyče ťahané, kalené a popustené ITh8 cca. 64 HRC, rovinnosť max. 0,5 mm/m, mm

3,2	3,5	3,7	3,9	4,2
4,5	4,7	5,2	5,4	5,7
6,2	6,5	6,7	7,2	7,7
8,2	8,7	9,2	9,7	10,2

BHT – kruhové tyče, kalené a popustené ITk11 cca. 64 HRC, rovinnosť max. 0,5 mm/m, mm

11,3	14,3			

Štandardný rozmerový sortiment – prevedenie ISORAPID (ESU)

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované, IBO-ECOMAX, mm

192,0	202,0	212,0	216,0	222,0	226,0	232,0
236,0	242,0	246,0	252,5			

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,10	kg/dm³
Tepelná vodivosť	22,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	433	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	0,47	J/(kg.K)
Modul pružnosti	219 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,5	11,7	12,2	12,4	12,7	13,0	12,9

Chemické zloženie	C	Al	Cr	Mo	V	W			
Obsah prvkov v %	0,95	0,50	4,00	4,00	2,00	4,00			
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 280 HB**								

CHARAKTERISTIKA

W-Mo rýchlorezná oceľ s prídavkom Al s vynikajúcou húževnatosťou a reznými vlastnosťami, pre širokú škálu použitia.

Okolnosti na trhu s legúrami významne ovplyvňujú dodatočné poplatky za legúry a následne aj cenu rýchlorezných ocelí. Vzhľadom na situáciu na komoditnom trhu a stále rastúce náklady na molybdén, chróm, volfrám, vanád, kobalt a šrot BÖHLER Edelstahl vyvinula HSS materiál, ktorý je lacnejší s rovnakým výkonom v porovnaní so všeobecne aplikovateľnou štandardnou značkou 1.3343, ≈ M2 (S600).

UMIESTNENIE PRODUKTU

POUŽITIE

Závitníky, špirálové vrtáky, výstružníky, preťahovacie tŕne, píly na kov, frézy všetkých druhov, nástroj pre obrábanie dreva.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

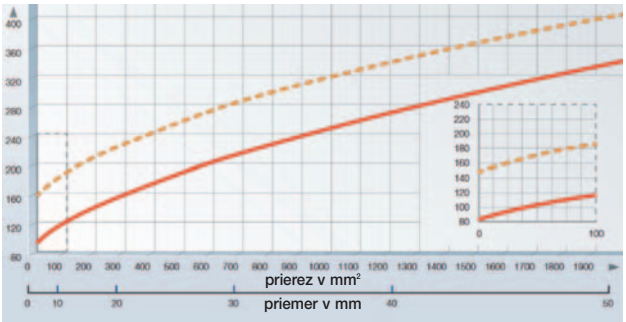
Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770 až 840 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ hod do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

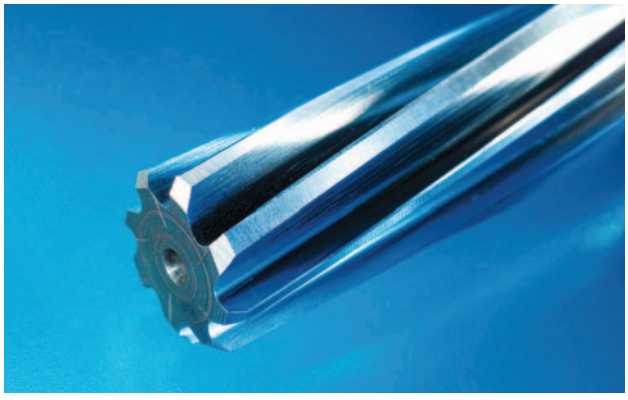
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 180 až 1 210 °C
Ochladzovacie prostredie olej, vzduch, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), plyn.
Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru**.
Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje**.
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty. Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov, najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania v soľnom kúpeli pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – pozri diagram zotrvania. Pri kalení vo vákuu výdrž na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.

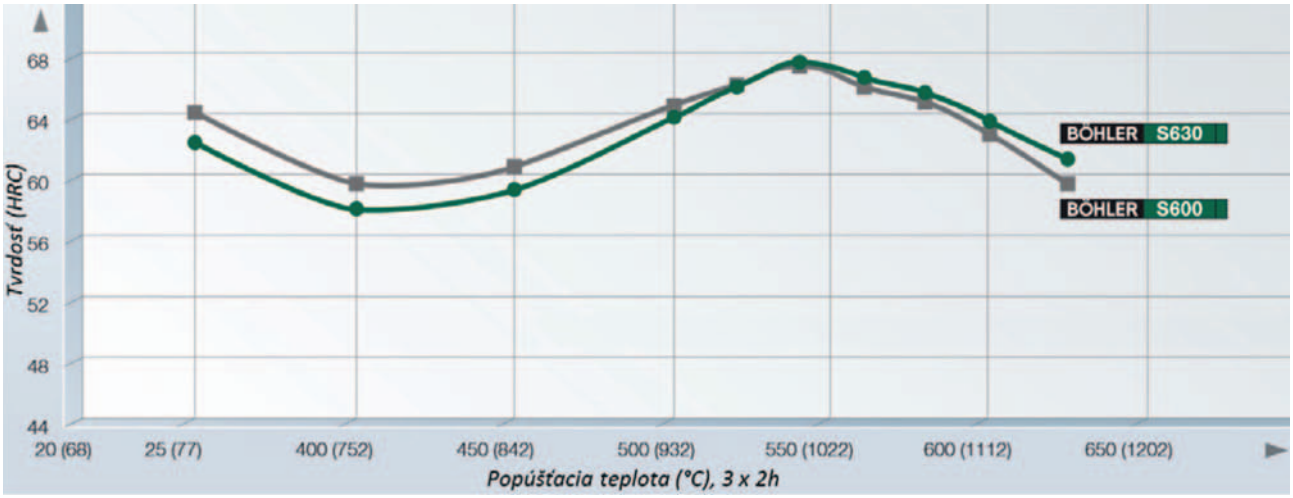
Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ)
výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev pri 550°C, 850°C a 1 050°C.



POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu). Popúšťať trikrát.
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí, pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.
Dosiahnuteľná tvrdosť **64–66 HRC**.



POPÚŠŤACÍ DIAGRAM
– porovnanie S600 a S630
– kaliaca teplota 1 200 °C



NITRIDOVANIE

Súčiastky vyrobené z tejto ocele môžu byť nitridované v kúpeli, v plazme a v plyne.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

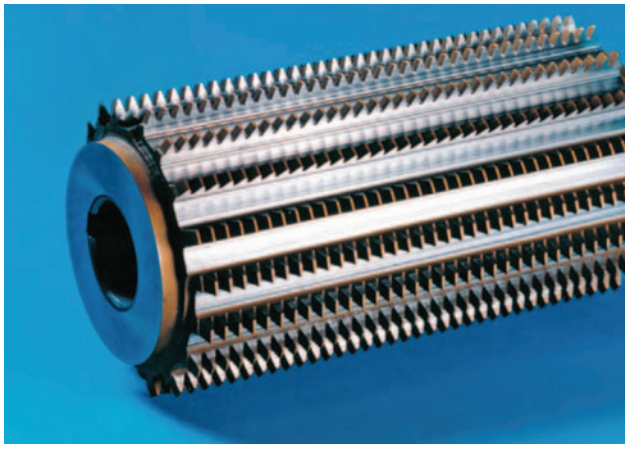
● Kruhové tyče, ťahané h9, mm							
3,2	6,2	7,2	8,2	8,7	9,2	10,2	12,2
13,2							

● Kruhové tyče, žíhané, ECOBLANK k11, mm							
12,5	13,5	18,5	20,0	23,0	32,8	34,8	35,0
36,8	38,8						

● Kruhové tyče, žíhané, predhrubované, IBO-ECOMAX k12, mm							
40,8	42,8	44,8	46,8	50,8	55,8	62,8	66,0
68,0	73,0	79,0	91,0				

● Kruhové tyče, žíhané k14, mm							
185							

▬ Ploché tyče, žíhané, tryskané				
Šírka mm	Hrúbka mm			
	35,0			
45,0	▬			



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,88	kg/dm³
Tepelná vodivosť	18,8	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	432	J/(kg.K)
Elektrický odpor	0,56	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	217 x 10³	N/mm²

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W		
Obsah prvkov v %	1,35	0,60	0,30	4,10	5,00	4,10	5,90		
Normy	DIN / EN ~1.3351, ~HS6–5–4, AISI ~M4, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280 HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ vyrobená práškovou metalurgiou s dobrou odolnosťou proti abrazívnemu opotrebeniu, s dobrou schopnosťou zachovania tvrdosti pri vysokých teplotách a odolnosti proti tlakovému namáhaniu. Vďaka spôsobu výroby technológiou práškovej metalurgie má dobrú húževnatosť a je výborne obrobiteľná, napr. výborne brúsiteľná. V prípade požiadavky ešte vyššej obrábateľnosti je možné z novej výroby ponúknuť materiál s prídavkom síry pod označením S692 Microclean. Dostupnosť je potrebné preveriť.

POUŽITIE

Vysokovýkonné nástroje pre trieskové opracovanie napr. neželezných kovov ako zliatiny titánu a hliníka, obrážacie kotúčové nože celokovové alebo segmentové, kotúčové frézy, tvarové nože, odvaľovacie frézy, preťahovacie tŕne všetkých druhov, strojové závitníky, výstružníky, bimetalické pílové pásy.
Nástroje pracujúce za vysokých tlakov, napr. pre presné strihanie vysokopevných materiálov, strižné razníky, tvarovacie razníky.

Strihaný materiál	Hrúbka materiálu	Orientačná pracovná tvrdosť razníkov a matríc pre strihanie a dierovanie v HRC	
		pre komplexné tvary a/alebo pre väčšie hrúbky plechov	pre jednoduché tvary a/alebo tenké plechy
Plechy a pásy z ocele ako aj zliatiny kovov s pevnosťou nad 1000 N/mm²	do 2 mm	60	64
	nad 2 mm	60	64
Nástroje pre presné strihanie plechov a pásov z kovových materiálov	do 4 mm	60	62
	4–8 mm	60	62
	8–12 mm	58	62
	nad 12 mm	58	62
Austenitické ocele	do 3 mm	61	63

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770–840 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
1 150 až 1 200 °C
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), plyn, vákuum.
*Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru.***
*Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje.***

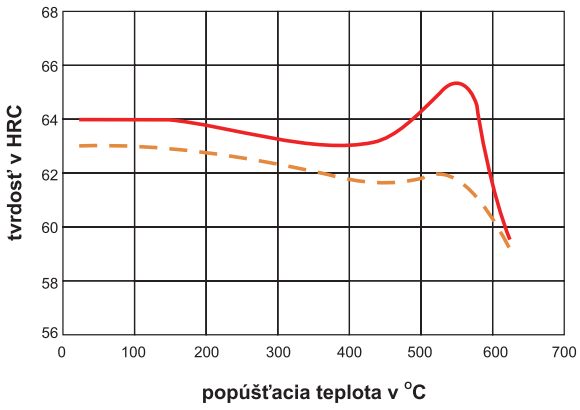
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty.

Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania **v soľnom kúpeli** pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – pozri diagram zotrvania. Pri **kalení vo vákuu** výdrž na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).
1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Prierez skúšobnej vzorky: 25x20x15 mm
Popúšťané 2 x 2 hodiny
kaliaca teplota 1180°C
kaliaca teplota 1130°C



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm
10,3

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm						
13,5	16,5	18,5	19,5	20,5	22,5	24,5
27,0	31,0					

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO-ECOMAX, mm								
41,0	51,0	55,0	61,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0
101,0	106,0	111,5	121,5	131,5	151,5	162,0	252,0	

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, ALLPLAN				
Šírka v mm	Hrúbka v mm			
	20,5	30,5	40,8	60,8
202	▬	▬	▬	
302,5				▬

▬ Plechy žíhané na mäkko, tryskané*					
Hrúbka v mm					
3,55	4,50	5,00	5,10	6,80	8,40
* na zistenie presného formátu plechov nás prosím kontaktujte					

▬ Platne, žíhané na mäkko Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov	
Hrúbka v mm	Hrúbka v mm
	343
373	▬

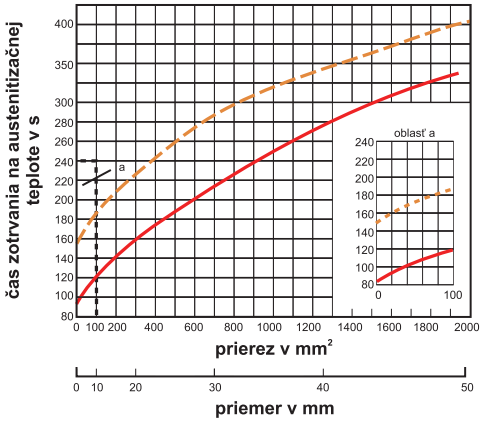
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,90	kg/dm³
Tepelná vodivosť	20,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	440	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	0,53	J/(kg.K)
Modul pružnosti v ťahu	226 x 10³	N/mm²

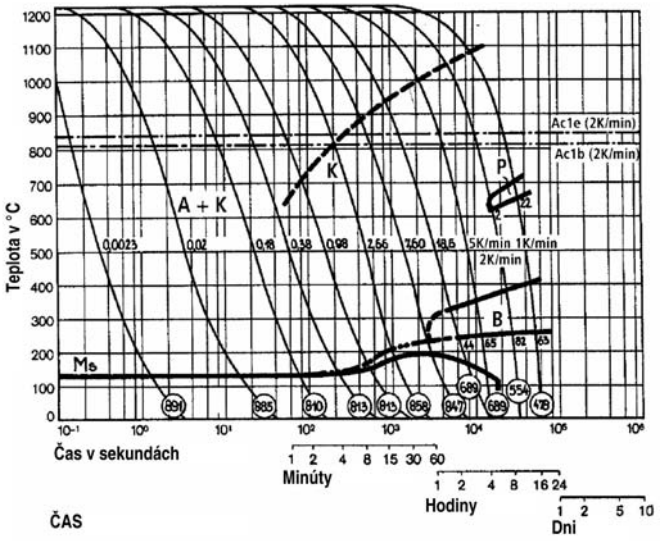
Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,5	11,7	12,2	12,4	12,7	13,0	12,9

Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ))

——— výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
– – – – výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev na 550°C, 850°C a 1 050°C.

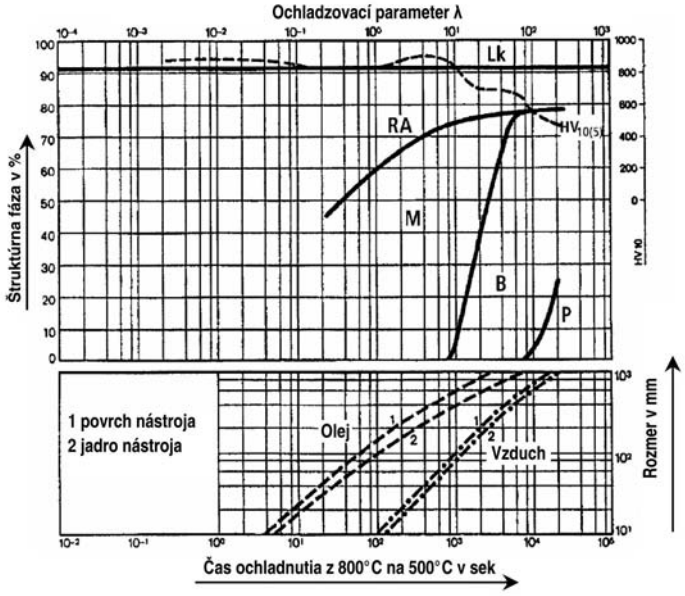


ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



Teplota austenitizácie: 1210°C,
výdrž: 150 sekúnd,
◯ tvrdosť podľa HV
2.....63 fázový podiel v %
0,023...18,6 ochladz. parameter (λ) , t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10⁻²
5 K/min.....1 K/min ochladzovacia rýchlosť v oblasti v K/min v oblasti 800 – 500°C

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



A – austenit
B – bainit
K – karbid
P – perlit
M – martenzit
RA – zvyškový austenit
Lk – ledeburitický karbid

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W	Co	
Obsah prvkov v %	0,92	0,40	0,30	4,10	5,00	1,90	6,20	4,80	
Normy	DIN / EN < 1.3243 >, HS6–5–2–5, AISI ~M41, STN 19 852								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280 HB								

CHARAKTERISTIKA

Kobaltová wolfrámmolibdénová rýchlorezná oceľ s veľmi dobrými reznými vlastnosťami, tvrdosťou za zvýšených teplôt a húževnatosťou, vhodná k nitridovaniu v kúpeli, plazmou aj v plyne.
Pre vysokovýkonné nástroje je Böhler S705 dostupná z novej výroby aj v kvalite ISORAPID (elektrotroskovo pretavovaná). V prípade požiadavky je potrebné overiť dostupnosť.

POUŽITIE

Sústružnícke a hobľovacie nože všetkých druhov ako aj frézy, špirálové vrtáky, závitníky, nástroje na opracovanie dreva, nástroje pre prácu za studena.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
770–840 °C
Pomalé riadené ochladzovanie v peci **10 °C až 20 °C/ h do 600 °C**, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

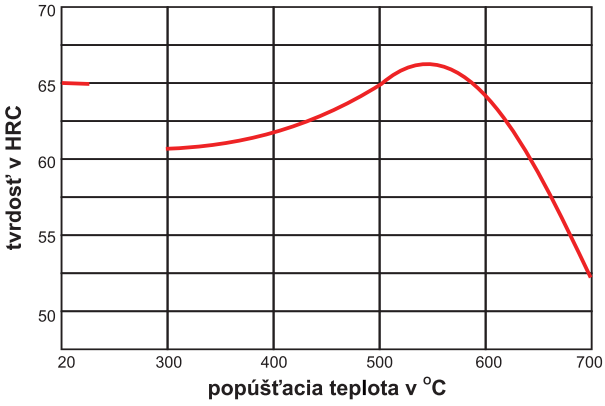
KALENIE
1 190 až 1 230 °C
Ochladzovacie prostredie olej, vzduch, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), plyn, vákuum.
Horné teploty z intervalu – **nástroje jednoduchého tvaru.**
Spodná hranica teplôt – **tvarovo zložité nástroje.**
Pri nástrojoch pre prácu za studena sú z dôvodu dosiahnutia vyššej húževnatosti možné aj nižšie kaliace teploty.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriatí v celom priereze v soľnom kúpeli minimálne **80 sekúnd**, aby došlo k dostatočnému rozpusteniu karbidov najviac však **150 sekúnd**, aby sa zabránilo poškodeniu materiálu. Doba zotrvania **v soľnom kúpeli** pozostáva z prehriatia v celom priereze a výdrže na austenitizačnej teplote – pozri diagram zotrvania. **Pri kalení vo vákuu** výdrž na austenitizačnej teplote závisí od veľkosti nástroja a parametrov pece.

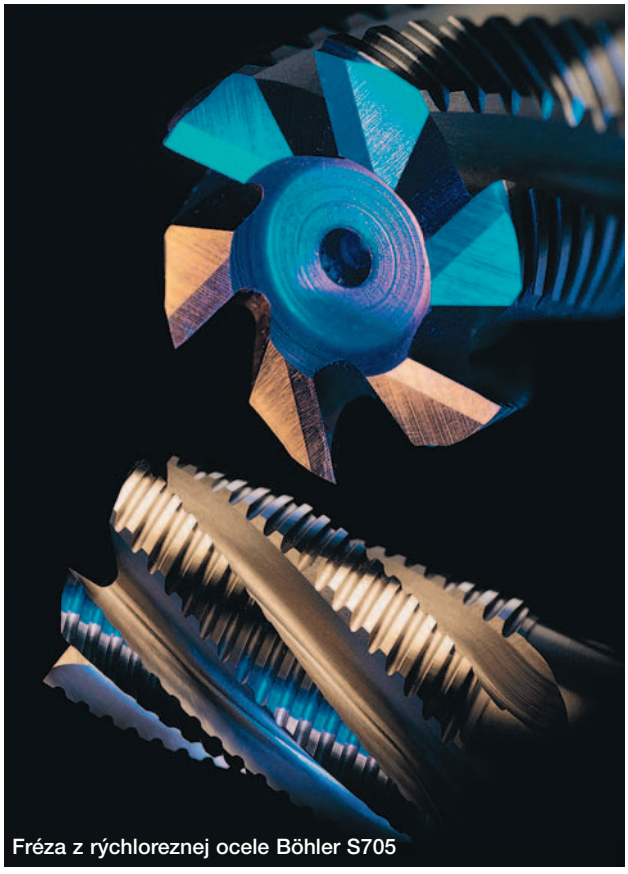
POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, výdrž v peci na teplote **1 hodinu na 20 mm hrúbky** nástroja, **najmenej však 2 hodiny**, nasleduje ochladzovanie na vzduchu (najmenej 1 hodinu).

1. a 2. popúšťanie – teplota na želanú tvrdosť, teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu
3. popúšťanie na uvoľnenie napätí, pri teplote 30 až 50 °C pod teplotou popúšťania na pracovnú tvrdosť.
Dosiahnuteľná tvrdosť po popúšťaní **64–66 HRC**.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

kaliaca teplota 1 200 °C
prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm




Fréza z rýchloreznej ocele Böhler S705

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm								
13,5	14,0	14,5	17,0	21,0	22,0	23,0	24,0	28,0
29,0	30,0	32,0	34,0	35,0	36,0			

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm predhrubované IBO-ECOMAX								
40,8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8	46,8	47,8	48,8
50,8	52,8	53,85	55,8	60,8	62,8	64,0	66,0	71,0
76,0	79,0	81,0	83,0	86,0	91,0	96,0	101,5	106,5
111,5	116,5	121,5	126,5	131,5	141,5	151,5	162,0	172,0
182,0								

▬ Plechy, žíhané na mäkko, tryskané hrúbka v mm*		
1,00	1,20	1,50
*na zistenie presného formátu plechov nás prosím kontaktujte		

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm				
2,7	3,2	3,3	3,7	4,2
4,4	4,7	4,9	5,2	5,5
5,7	6,0	6,2	6,4	6,7
7,0	7,2	7,7	8,2	8,4
8,7	9,2	9,7	10,2	10,4
10,5	10,7	11,2	12,2	12,7

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm				
12,5	13,0	13,2	13,5	13,7
14,2	14,5	14,7	15,5	15,7
16,5	17,5	18,5	19,5	20,5
21,5	22,5	23,5	24,5	25,5
26,5	27,5	28,5	29,5	30,5
31,8	32,8	34,8	35,8	36,8
37,8	38,8			

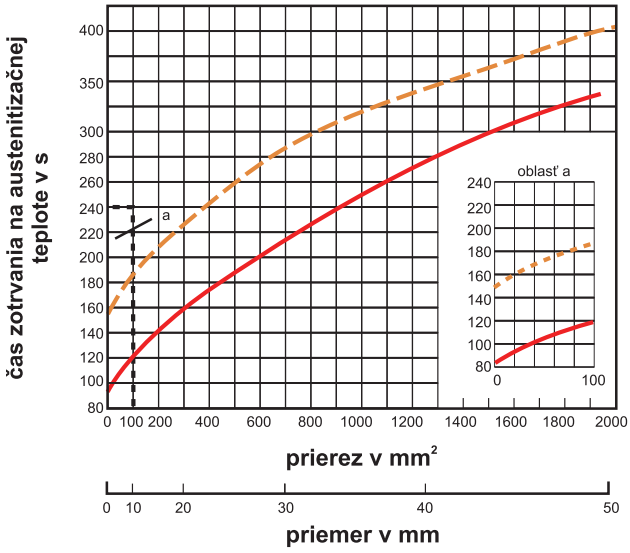
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,90	kg/dm³
Tepelná vodivosť	21,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	420	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	0,49	J/(kg.K)
Modul pružnosti	224 x 10³	N/mm²

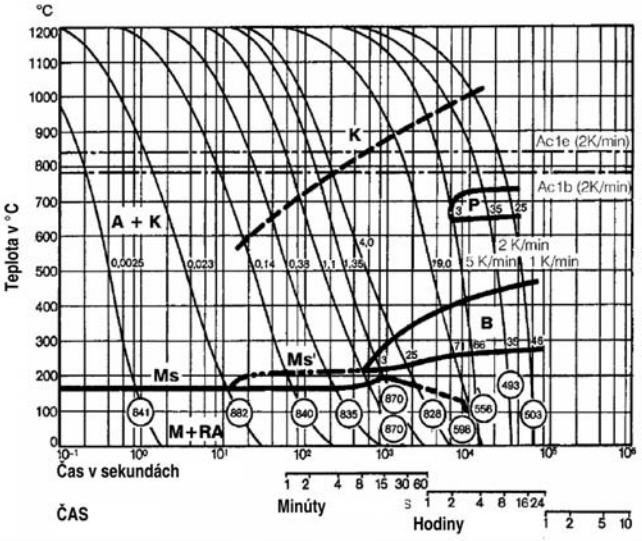
Fyz. vl. medzi [20°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,5	11,7	12,2	12,4	12,7	13,0	12,9

Diagram – čas zotrvania na austenitizačnej teplote (soľný kúpeľ))

výdrž na austenitizačnej teplote 80 sekúnd
výdrž na austenitizačnej teplote 150 sekúnd
Stupňovitý ohrev pri 550°C, 850°C a 1 050°C.

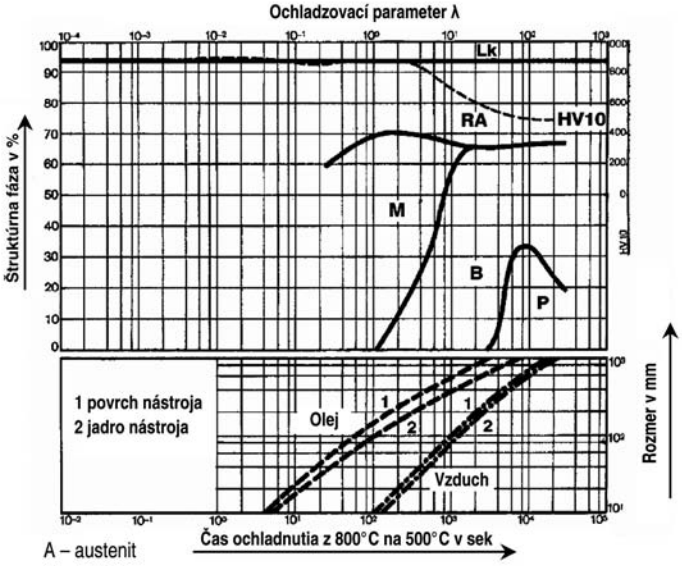


ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



Teplota austenitizácie: 1200°C,
výdrž: 150 sekúnd,
◯ Tvrdosť podľa HV
3.....25 fázový podiel v %
0,0025...19,0 ochladz. parameter (λ) , t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10⁻²
5 K/min.....1 K/min ochladzovacia rýchlosť v oblasti v K/min v oblasti 800 – 500°C
Ms-Ms' – oblasť hranice zŕn tvorby martenzitu

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



A – austenit
B – bainit
K – karbid
M – martenzit
P – perlit
Lk – ledeburitický karbid
RA – zvyškový austenit

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W		
Obsah prvkov v %	1,29	0,60	0,30	4,20	5,00	3,00	6,30		
Normy	DIN / EN < 1.3345 >, HS6–5–3C, ASTM ~M3 Class 2, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko max. 280 HB								

CHARAKTERISTIKA

Rýchlorezná oceľ vyrobená práškovou metalurgiou s dobrou schopnosťou zachovania tvrdosti pri vysokých teplotách, s vysokou odolnosťou proti tlakovému namáhaniu a odolnosťou proti opotrebeniu. Vďaka spôsobu výroby práškovou metalurgiou má dobrú húževnatosť a výbornú obrábateľnosť, napr. výbornú brúsiteľnosť.

POUŽITIE

Vysokovýkonné nástroje pre trieskové opracovanie nielen ocelí ale aj neželezných kovov ako sú titánové a niklové zliatiny – obrážacie kotúčové nože, frézy všetkých druhov, odvaľovacie frézy, preťahovacie tŕne všetkých druhov, strojné závitníky, špirálové vrtáky, hrebeňový závitový nôž, výstružníky, bimetalické pílové pásy, taktiež nástroje pre prácu za studena pracujúce pri vysokých tlakových zaťaženiach napr. nástroje pre presné strihanie vysokopevných materiálov napr. strižníky, tvárniky, matrice.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
870–900 °C
Oceľ je potrebné chrániť proti oduhličeniu.
Po prehriatí nasleduje pomalé riadené ochladzovanie v peci **(max. 10 °C/h) do 700 °C**, potom nasleduje ochladzovanie voľne na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 °C až 650 °C
Po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote **2 hodiny** v neutrálnej atmosfére. Pomalé ochladzovanie v peci do 500 °C, ďalšie ochladzovanie voľne na vzduchu.
K zníženiu napätia po hrubom opracovaní alebo pri zložitých nástrojoch.

KALENIE
Ohrev na austenitizačnú teplotu pri kalení v soľnom kúpeli v troch predohrievacích stupňoch:
1. stupeň **450 až 550 °C** napr. v konvenčnej peci,
2. stupeň **850 až 900 °C** soľný kúpeľ,
3. stupeň **1 050 °C** soľný kúpeľ (nutný pri vysokej austenitizačnej teplote).

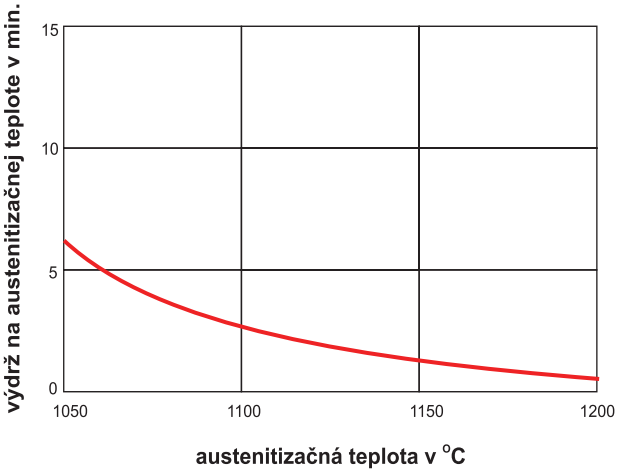
Ohrev na austenitizačnú teplotu pri kalení vo vákuu v troch predohrievacích stupňoch:
1. stupeň kontinuálny ohrev na **450–550 °C**, výdrž na teplote do vyrovnania teplôt v celom priereze,
2. stupeň kontinuálny ohrev na **850–900 °C**, výdrž na teplote do vyrovnania teplôt v celom priereze
3. stupeň kontinuálny ohrev na **1 050 °C** (nutný len pri vysokej austenitizačnej teplote).

Austenitizácia: austenitizačná teplota **1 050** až **1 180 °C** – teplotu voliť podľa želanej pracovnej tvrdosti (viď tabuľka – orientačné hodnoty pre kalenie)

Orientačné hodnoty pre kalenie		
*Tvrdosť v HRC	Kaliaca teplota v °C	Použitie
60	1 050	**Nástroje pre prácu za studena** pre strihanie, lisovanie, tvárnenie, pretláčanie, kruhové nože a nože veľkých dĺžok
61	1 075	
62	1 100	
63	1 120	
64	1 140	
65	1 160	
66	1 180	
65	1 160	**Nástroje pre trieskové opracovanie** ako sú frézy, nástroje na rezanie závitov, preťahovacie tŕne atď.
66	1 180	
*popúšťané 3 x 1 hodina pri 560 °C		

Ochladzovanie z austenitizačnej teploty:
– soľný kúpeľ: teplota soľného kúpeľa 550°C, výdrž do vyrovnania teplôt a následné pomalé chladnutie na vzduchu najmenej na teplotu 50 °C.
– olej: umožňuje dosiahnuť želané tvrdosti pri veľmi hrubých prierezoch, ale riskujú sa tým veľké deformácie
– vákuum: vo vákuovej peci s dostatočným pretlakom dusíka cca. 4 bar a cirkuláciou. V niektorých prípadoch pre dosiahnutie požadovanej tvrdosti je nutný ešte väčší pretlak plynu. Dostatočná **rýchlosť ochladzovania** je **zvlášť dôležitá** v rozmedzí teplôt **1 050–600 °C**. Ak vysoké tlaky plynu spôsobujú deformácie, je účelné pri povrchovej teplote nástroja 400 °C cirkuláciu vypnúť a ochladzovať pomaly najmenej do 50 °C, s dostatočným časom na vyrovnanie teplôt.

Diagram – odporúčaný čas zotrvania na austenitizačnej teplote (fluidná, vákuová pec alebo pec s cirkuláciou vzduchu)

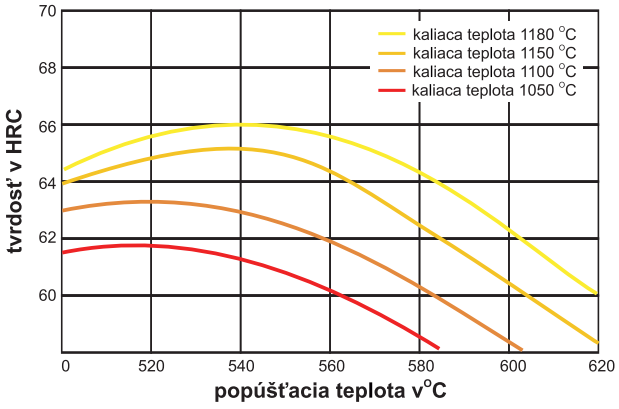


POPÚŠŤANIE

Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, ktorá je bežne odporúčaná 560 °C. Po prehriatí v celom prierezе nasleduje výdrž na teplote **1 až 2 hodiny**. Potom nasleduje pomalé ochladzovanie min. do 50 °C, pre zabezpečenie premeny zbytkového austenitu, ktorá prebieha práve pri 50 °C.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 25 mm



● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ťahané h9, mm					
6,3	7,3	8,3	9,3	10,3	12,3

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	8,0	kg/dm³
Tepelná vodivosť	24,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	420	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	0,54	J/(kg.K)
Modul pružnosti	230 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,5	11,7	12,2	12,4	12,7	13,0	12,9

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, ALLPLAN

Šírka v mm	Hrúbka v mm			
	20,5	30,5	40,8	60,8
202,0	▬	▬	▬	▬
252,0				▬

▬ Platne žíhané na mäkko, možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	Hrúbka v mm	
	343	
373	▬	

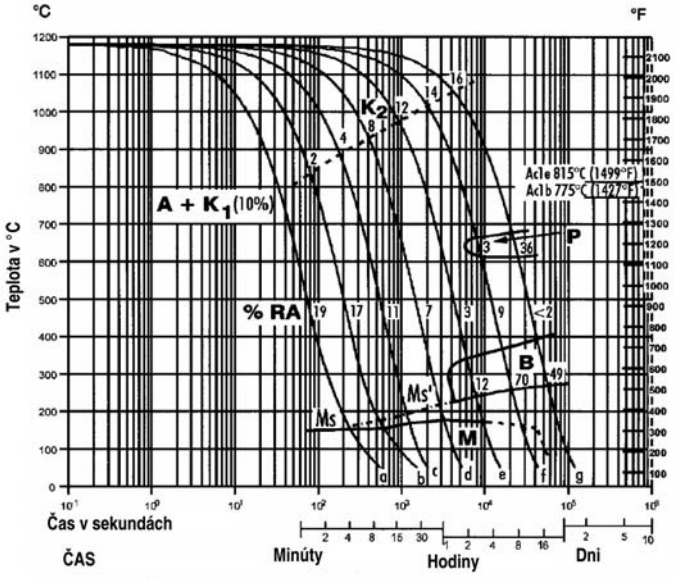
▬ Plechy žíhané na mäkko*					
Hrúbka v mm					
2,3	2,5	3	3,5	4,5	5
5,3	6	8	12	13	18
25,8	30,4	40,4	50,4	60,4	

* na zistenie presného formátu plechov nás prosím kontaktujte

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, ECOBLANK, mm				
13,0	16,0	16,5	20,0	20,5
26,0	30,0	33,0	36,0	40,0

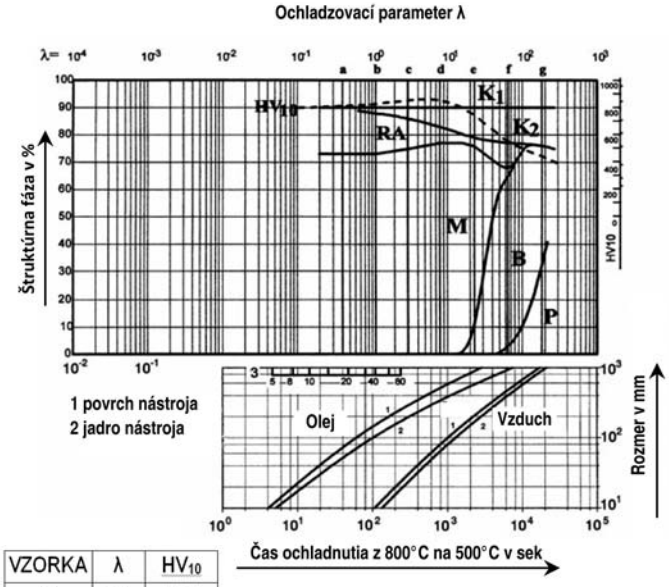
● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO-ECOMAX, mm								
41,0	45,0	50,0	54,0	61,0	64,0	67,0	71,0	76,0
81,0	86,0	91,0	96,0	101,0	108,0	116,0	121,0	126,0
128,5	131,0	136,5	141,0	151,0	154,0	161,0	166,0	172,0
182,0	202,0	212,0	222,0	233,0	252,5	302,5		

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



Teplota austenitizácie: 1180°C,
výdrž: 180 sekúnd,
K1 – podiel nerozpustených karbidov (16%) počas austenitizácie
K2 – podiel tvorby nových karbidov počas ochladzovania z austenitizačnej teploty
Ms-Ms' – oblasť hranice zŕn tvorby martenzitu

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



VZORKA	λ	HV10
a	0,4	811
b	1,1	827
c	3,0	854
d	8,0	855
e	23	751
f	65	560
g	180	448

A – austenit
B – bainit
P – perlit
M – martenzit
RA – zvyškový austenit

Ocele pre prácu za tepla sú podľa normy *EN ISO 4957* definované ako: legované ocele pre účely použitia, pri ktorých teplota povrchu všeobecne leží nad 200 °C. Počas nasadenia prichádza nástroj krátkodobo do kontaktu s horúcim materiálom, ktorého teplota leží vysoko nad 200 °C. Dochádza k tepelnému cyklickému namáhaniu s pridruženým namáhaním v dôsledku zmeny teploty.

Böhler vyrába z ocelí pre prácu za tepla 3 kvality pre špeciálne aplikácie:

ISODISC® Ocele vyrábané konvenčnou technológiou, špeciálne tepelne spracované

ISOBLOC® Ocele pre prácu za tepla v ESU resp. DESU – kvalite, špeciálne tepelne spracované

VMR® Ocele, ktoré minimálne v jednom kroku boli tavené alebo pretavované vo vákuu (Elektrotroskové tavenie alebo pretavovanie vo vákuu), špeciálne tepelne spracované

ODPORÚČANÉ MATERIÁLY – PROGRAM

Böhler značka	Chemické zloženie v %								Normy			
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Ostatné	DIN / EN	BS	AFNOR	STN
BÖHLER W300 ISOBLOC® [1]	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	–	0,40	–	< 1.2343 > X38CrMoV5-1	BH11	Z38CDV5	19 552
BÖHLER W302 ISOBLOC® [1]	0,39	1,10	0,40	5,20	1,40	–	0,95	–	< 1.2344 > X40CrMoV5-1	BH13	Z40CDV5	19 554
BÖHLER W303 ISODISC®	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	–	0,55	–	< 1.2367 > X38CrMoV5-3	–	–	–
BÖHLER W320 ISODISC®	0,31	0,30	0,35	2,90	2,80	–	0,50	–	< 1.2365 > 32CrMoV12-28 (X32CrMoV3-3)	BH10	32DCV28	19 541
BÖHLER W321 ISODISC®	0,39	0,30	0,35	2,90	2,80	–	0,65	Co = 2,90	~ 1.2885 ~ X32CrMoCoV3-3-3	BH10A	(30DCKV28)	–
BÖHLER W350 ISOBLOC®	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	–	0,55	+N	–	–	–	–
BÖHLER W360 ISOBLOC®	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	–	0,55	–	–	–	–	–
BÖHLER W400 VMR®	0,37	0,20	0,25	5,00	1,30	–	0,50	–	~ 1.2343 ~ X37CrMoV5-1	~ BH11	Z36CDV5 ~Z38CDV5	–
BÖHLER W403 VMR®	0,38	0,20	0,25	5,00	2,80	–	0,65	–	~ 1.2367 ~ X38CrMoV5-3	–	~Z38CDV5-3	–
BÖHLER W500	0,55	0,25	0,75	1,10	0,50	1,70	0,10	–	< 1.2714 > 56NiCrMoV7 ~ 1.2711 ~ 54NiCrMoV6	~ 5 (BS224)	~55NCDV7	19 663
BÖHLER W720 VMR®	max. 0,005	max. 0,05	max. 0,10	–	5,00	18,50	–	Co = 9,00 Ti = 0,70 Al = 0,10	< 1.6354 > ~ 1.2709 ~ X3NiCoMoTi18-9-5	–	–	–

1 – dostupný v kvalite ISODISC a ISOBLOC

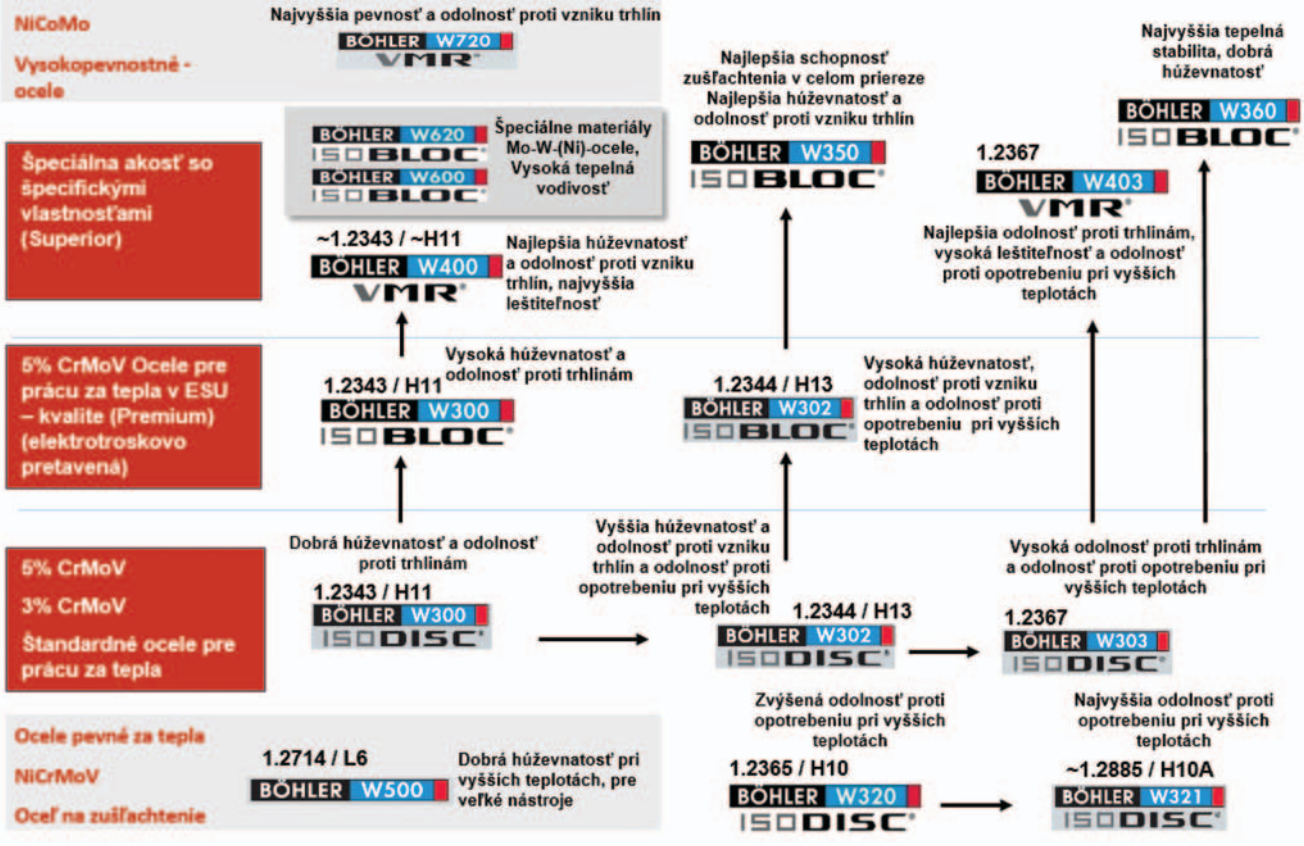
RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ OCELÍ PRE PRÁCU ZA TEPLA

BÖHLER označenie	Pevnosť pri vyšších teplotách	Húževnatosť pri vyšších teplotách	Odolnosť proti opotrebovaniu pri vyšších teplotách	Obrábateľnosť
BÖHLER W300 ISODISC®	★★	★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W300 ISOBLOC®	★★	★★★★	★★	★★★★★
BÖHLER W302 ISODISC®	★★★	★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W302 ISOBLOC®	★★★	★★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W303 ISODISC®	★★★★	★★★	★★★★	★★★★★
BÖHLER W320 ISODISC®	★★★	★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W321 ISODISC®	★★★★	★★	★★★★	★★★★★
BÖHLER W350 ISOBLOC®	★★★	★★★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★★★★★	★★★★	★★★★★	★★★★★
BÖHLER W400 VMR®	★★	★★★★★	★★	★★★★
BÖHLER W403 VMR®	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
BÖHLER W500	★	★★★	★	★★★
BÖHLER W720 VMR®	Martenziticky vytvrditeľná oceľ (teplota vytvrdzovania cca 480 °C); v tejto forme však nie je možné porovnanie vlastností s klasickými oceľami pre zušľachtenie.			

DÔLEŽITÉ VLASTNOSTI OCELÍ PRE PRÁCU ZA TEPLA

Vlastnosti	Definícia	Prínos
Húževnatosť pri vyšších teplotách	Odolnosť materiálu proti tvorbe a šíreniu trhlín. Pri oceliach pre prácu za tepla húževnatosť stúpa s teplotou.	Obzvlášť pri nástrojoch s hlbokými dutinami na prechodoch priemerov a hranách sa môžu vyvolať vysoké mechanické napätia, ktoré vedú k trhlinám pri vyšších teplotách. Zvýšenie húževnatosti redukuje nebezpečenstvo tvorby trhlín a tvorí výrazný podiel odolnosti proti vzniku únavových trhlín.
Pevnosť pri vyšších teplotách	Schopnosť materiálov odolávať mechanickým namáhaniam bez plastickej deformácie. Keď sa z dôvodu vnesenia tepla zmení stav štruktúry, pevnosť pri izbovej teplote a následne aj pri pracovnej teplote bude znížená.	Pri dostatočnej pevnosti aj pri vyšších teplotách sa zvyšuje bezpečnosť proti vzniku deformácii nástroja.
Odolnosť proti popusteniu	Odolnosť materiálu proti zmäknutiu (popusteniu) pri zvýšených teplotách.	Pri dostatočnej odolnosti proti popusteniu je zaručená dostatočná pracovná tvrdosť aj pri vyšších teplotách.
Odolnosť proti opotrebovaniu pri vyšších teplotách	Odolnosť materiálu proti oddeľovaniu a premiestňovaniu čiastočiek materiálu v dôsledku mechanických účinkov.	Pri dostatočnej odolnosti proti opotrebeniu bude znížené nebezpečenstvo vzniku erózie.
Odolnosť proti zmenám teploty (odolnosť proti tepelnému šoku)	Schopnosť materiálov znášať cyklické namáhanie vyvolané zmenou teploty.	Pri dostatočnej odolnosti proti tepelnému šoku je tvorba sieťových únavových trhlín na povrchu z dôvodu zmeny teploty spomalená.
Tepelná vodivosť	Rýchlosť, ktorou sa šíri cez materiál ohriatie nejakého bodu.	Cez vysokú tepelnú vodivosť sa znižuje teplotný gradient, ktorý vedie k pnutiam. Okrem toho sa škodiaca teplota odvádza preč z povrchu a dochádza k redukcii deformácií, napäťových a únavových trhlín.

Orientačná schéma pre správny výber Böhler ocelí pre prácu za tepla



ODLIEVANIE POD TLAKOM

Spracovanie, zaobchádzanie a údržba foriem pre najlepšiu kvalitu odliatkov odlievaných pod tlakom

Predohrev
Aby sme znížili rázové tepelné namáhanie v dôsledku pôsobenia horúceho kovu a taktiež aby sme znížili tvorbu únavových trhlín, musíme vzhľadom na teplotu tavenia spracovávaného materiálu vhodne a dôkladne ohriať formu.

Zvyčajne platia nasledovné orientačné hodnoty:
pre zliatiny s nízkym bodom tavenia 150–200 °C
pre ľahké kovy 250–300 °C
pre zliatiny s vysokým bodom tavenia 300–350 °C.

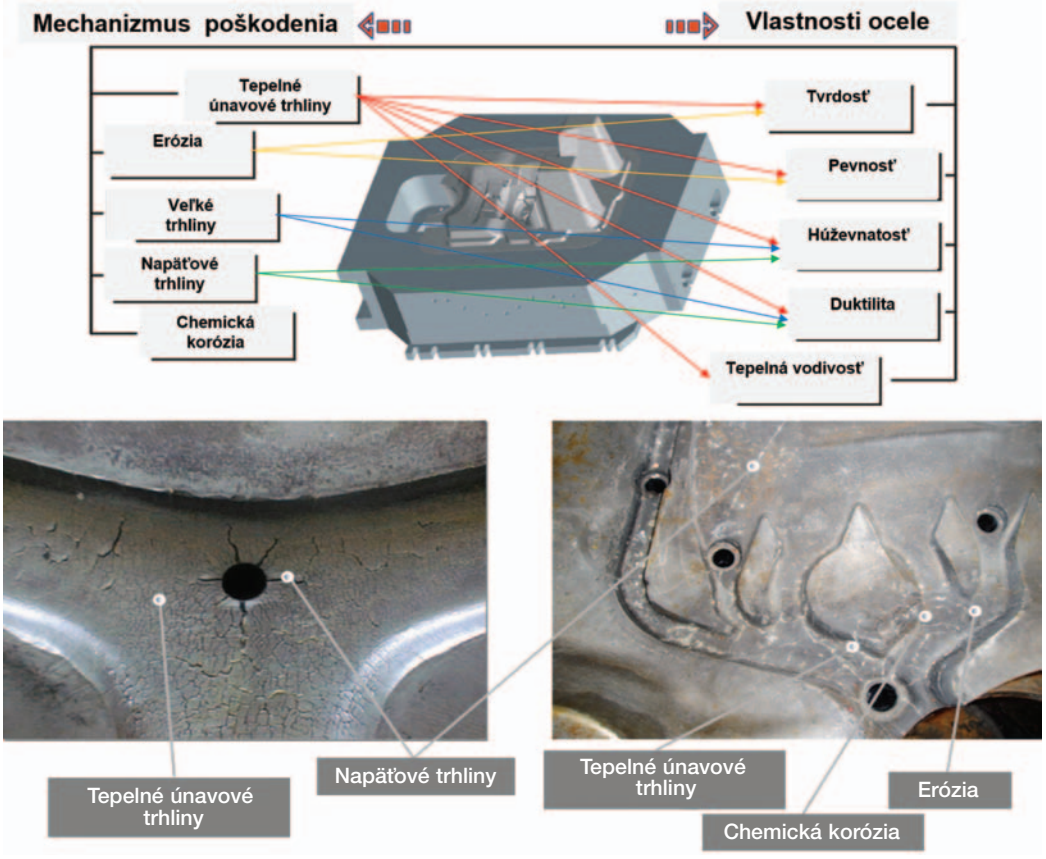
Predohrev foriem musí byť realizovaný pomaly a s dôrazom na vyrovnanie teplôt na povrchu a v strede formy.

Chladenie
Pri veľkých formách, predovšetkým pri spracovaní zliatin s vysokým bodom tavenia, je nutné teplo odviesť vhodným chladením, aby teplota formy príliš nestúpla. Množstvo chladiacej kvapaliny vzhľadom na metódu má byť nastavené tak, aby teplota formy (zvolená teplota predohrevu) zostala približne konštantná.
Pri prerušeniach práce, pri veľkých prestávkach atď. je chladenie odstavené. Nástroj musí byť napriek tomu udržiavaný na teplote alebo musí byť pomaly ochladzovaný, aby sme zabránili vzniku napäťových trhlín. Nesmie nastať príliš rýchle ochladzovanie. Formy musia byť priebežne čistené, aby sme sa vyvarovali poškodeniam formy na odlievanie pod tlakom.

Uvoľňovanie pnutí a znižovanie nalepovania
Pre zvýšenie životnosti foriem je dôležité pri plánovaných údržbách foriem zároveň realizovať tepelné spracovanie na zníženie pnutí, ktoré sa kumulujú v materiáli z dôvodu cyklických zmien teplôt.
Tepelné spracovanie na zníženie pnutí spočíva vo viachodinovom udržovaní teploty, ktorá leží cca 30 až 50 °C pod najvyššou použitou teplotou popúšťania, s následným ochladením v peci. Prvé tepelné spracovanie na zníženie pnutí odporúčame realizovať po prvých 1000 až 5000 cykloch. Ďalšie sa realizujú vždy po 1/5 očakávanej životnosti.
Zároveň aj pri formách, ktoré budú dlhšie mimo prevádzky, je dôležité formy vyčistiť a realizovať tepelné spracovanie na zníženie pnutí pred zaskladnením.

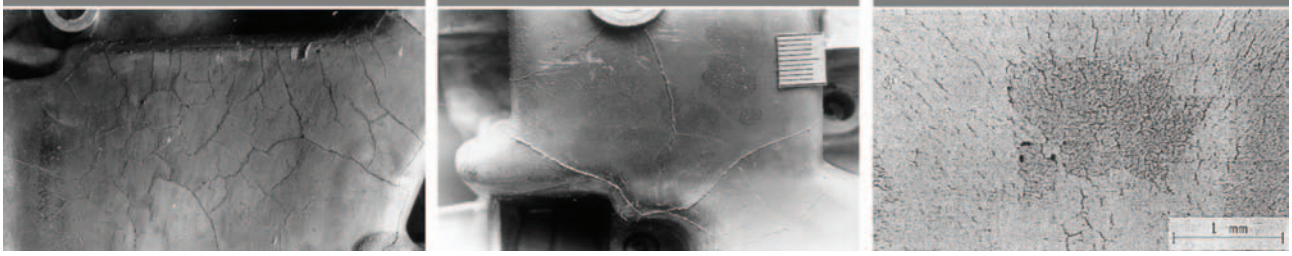
Pri výrobe častí tlakovej formy sa má usilovať, podľa možností o hladký (leštený) povrch, pretože cez vyššiu kvalitu povrchu možno dosiahnuť vyšší počet cyklov. Zároveň sa odporúča nepoužívať formy s kovovým leskom ale s oxidickou vrstvou vzniknutou pri popúšťaní, tým sa znižuje náchylnosť k nalepovaniu. Tepelné spracovanie povrchu, ako napr. nitridovanie zlepšuje odolnosť proti opotrebeniu a zmenšuje tiež náchylnosť k nalepovaniu. Podľa skúseností sa najlepšie osvedčila nitridačná vrstva cca. 0,05 mm. Nalepovanie odliatkov vo forme možno zároveň podstatne znížiť používaním nástrekov (odformovacie zmesi).

Mechanizmy poškodzovania foriem pre tlakové liatie a z toho vyplývajúce vlastnosti na materiál



Podiel jednotlivých druhov poškodenia pri tlakovom liatí

Tepelné únavové trhliny 60 %	Napäťové trhliny 25 %	Iné 15 %



Voľba nástrojovej ocele pre formy na tlakové liatie

Cieľom pri voľbe nástrojovej ocele pre tlakové liatie je získať požadovanú kvalitu odliatkov pri optimálnych nákladoch.

Kvalita ocelí je závislá od chemického zloženia technológií tavenia a pretavovania a od tepelného spracovania.

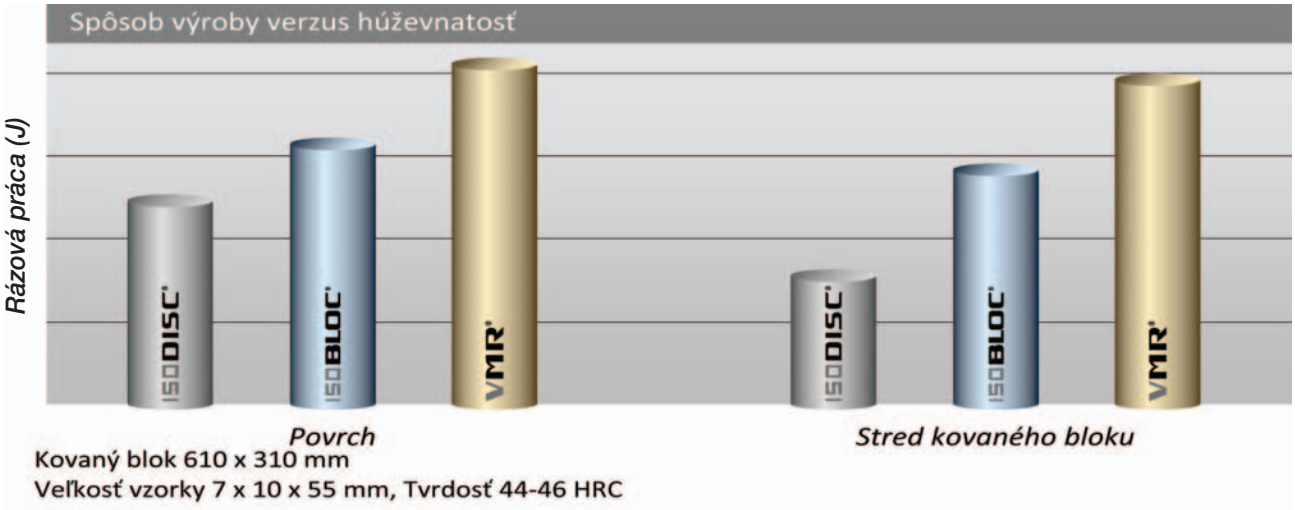
Böhler disponuje najmodernejšími taviacimi, pretavovacími a výrobnými zariadeniami a tým môže ponúknuť svojím zákazníkom riešenia na mieru.

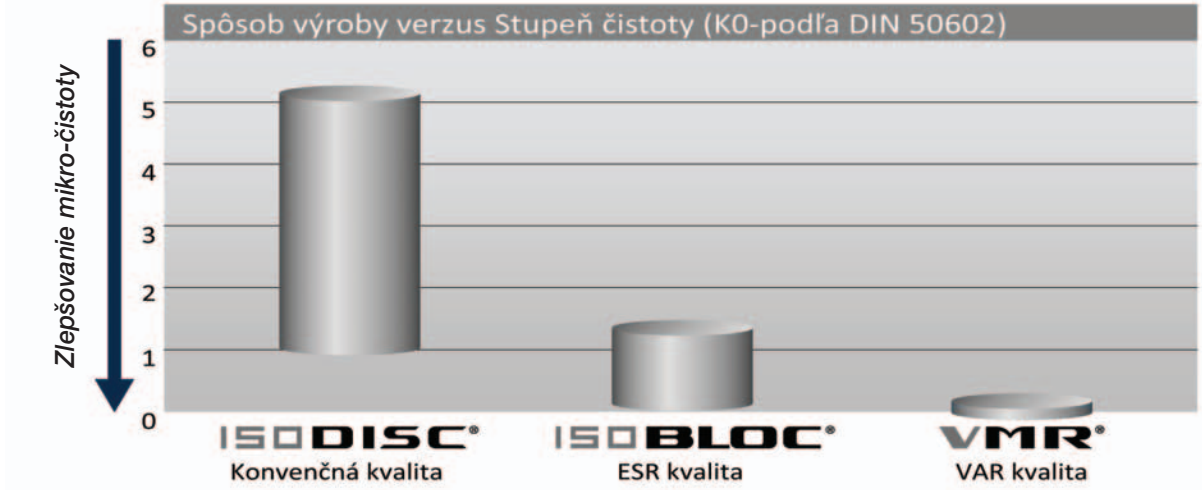
Cez skúsenosti a pernamentný výskum sa ocele pre prácu za tepla stále zlepšujú s ohľadom na:

- **homogenitu**
- **stupeň čistoty**
- **húževnatosť**
- **pracovnú tvrdosť**

Táto optimalizácia materiálu garantuje:

- **vysokú odolnosť proti vzniku únavových trhlín**
- **zníženie opotrebenia pri vyšších teplotách**
- **vysokú pevnosť pri vyšších teplotách**
- **vysoké pracovné tvrdosti**
  a k tomu
- **dlhšiu životnosť nástroja**



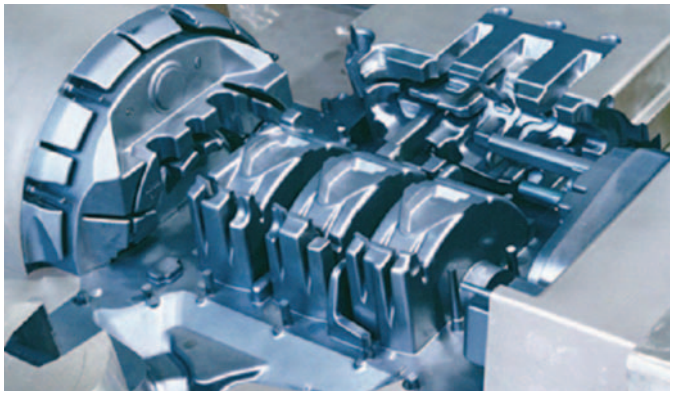


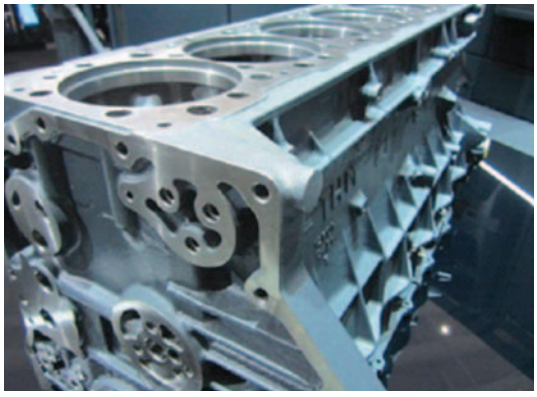
Požiadavky na vlastnosti ocelí pre činné časti foriem pre odlievanie pod tlakom

Profil vlastností	Odlievacia komora	Odlievací piest	Forma	Jadro
Odolnosť proti opotrebeniu	★★★★	★★	★★★	★★★
Odolnosť proti popusteniu	★★★	★★	★★★	★★★★★
Pevnosť pri vyšších teplotách	★★	★	★★★	★★★
Odolnosť proti únavovým trhlinám	★★	★	★★★★	★★★★★
Húževnatosť pri vyšších teplotách	★★	★★	★★★★★	★★★

Voľba nástrojovej ocele a odporúčané tvrdosti pre činné časti foriem

Názov časti formy	Spracovávaná zliatina	Böhler značka	Odporúčaná tvrdosť
Odlievacia komora	Al-Mg	W300, W400, W302, W303, W403, W350	44–48 HRC
		W360	50–56 HRC
	Cu	W320, W321, W303, W403	40–44 HRC
		W360	48–52 HRC
Odlievací piest	Al-Mg	W300, W400, W302, W350	42–46 HRC
	Cu	W320, W321	38–43 HRC
		W360	48–52 HRC
Formy a vložky foriem	Zn-Sn-Pb	W300, W400, W302	44–48 HRC
	Al-Mg	W300, W400, W302, W303, W403, W350	44–48 HRC
	Al	W720	00–55 HRC
	Cu	W320, W321, W303, W403	40–44 HRC
		W360	48–52 HRC
Jadrá, posúvač, jadrá posúvača	Al, Mg	W300, W400, W302, W303, W403, W350	44–48 HRC
		W360	50–56 HRC
	Cu	W320, W321, W303, W403	40–44 HRC
		W360	48–52 HRC
Rámy foriem	–	M200/M238	cca. 1000 MPa
Oporná doska vyhadzovača	–	K945	650 MPa
Vyhadzovač	–	W302	43–50 HRC
		W360	50–56 HRC

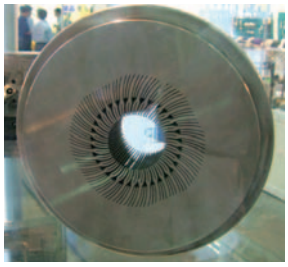




PRETLÁČANIE ZA TEPLA

Požiadavky na vlastnosti ocelí pre činné časti nástroja pre pretláčanie za tepla

Profil vlastností	Plášť (kontajner)	Medzipuzdro	Vnútorné puzdro	Tŕň (piest)
Odolnosť proti opotrebeniu	★	★	★★★★	★★
Tvrdosť pri vyšších teplotách	★★★	★★★	★★★★	★★★★
Pevnosť pri vyšších teplotách	★★★	★★★★	★★★★	★★★
Odolnosť proti tečeniu	★★★★★	★★★★★	★★★	★
Odolnosť proti únavovým trhlinám	★	★	★★★★	★
Odolnosť proti tlakovému namáhaniu	★	★★★	★★	★★★★★
Húževnatosť pri vyšších teplotách	★★★	★	★★★	★★



Voľba nástrojovej ocele pre nástroje pre technológiu pretláčania za tepla

Pre zliatiny ľahkých kovov a ocele

Nástroj alebo komponent	Použitie/aplikácia	Böhler značka	Orientačná prac. tvrdosť v HRC
Mostíkové, komorové, hviezdicové nástroje a vložky pre hore uvedené nástroje	Pre tyče, profily a špeciálne profily, taktiež rúry pri štandardnom namáhaní	BÖHLER W300	1
		BÖHLER W302	1 44–49
		BÖHLER W303	1
	Špeciálne profily a rúry pri vysokom namáhaní	BÖHLER W320	44–49
		BÖHLER W310	48–54
Tŕň	Pre tŕne	BÖHLER W300	46–50
		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W303	1,2
Lisovací a čistiaci kotúč	Všeobecné použitie	BÖHLER W302	1 44–49
		BÖHLER W303	1,3
		BÖHLER W310*	
Vnútorné púzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W300	1 41–46
		BÖHLER W302	1
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W303	1 41–46
Medzipúzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W326*	1 37–42
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W300	1 37–42
		BÖHLER W303	41–46
Plášť	Štandardné namáhanie	BÖHLER W326*	1 33–38
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W300	1 35–40
Tŕň		BÖHLER W300	47–52
		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W303	
		BÖHLER W720	1 ~52 (~55 pretláčanie pre ocele)
Lisovací tŕň (piest)		BÖHLER W300	1 47–52
		BÖHLER W302	1
		BÖHLER W720	1 ~52 (~55 pre ocele)
Držiak matrice		BÖHLER W300	1 40–48
		BÖHLER W303	1
		BÖHLER W326*	1,2
Podložka matrice		BÖHLER W300	1 38–46
		BÖHLER W303	1
		BÖHLER W326*	1
Prítlačný krúžok, prítlačná doska		BÖHLER W326*	1 38–46
Držiak nástroja, zásobník		BÖHLER W326*	1 35–44
Držiak tŕňa		BÖHLER W326*	1 38–46
		BÖHLER W300	1 47–52
Uzatvárací tŕň		BÖHLER W302	1 46–50
		BÖHLER W303	1

* Akosť nie je štandardne vyrábaná, v prípade požiadavky je potrebné preveriť súčasné možnosti príp. dopytovať min. množstvo z novej výroby.
Pozn.: Tvrdosť bola prepočítavaná a zaokrúhlená z HB podľa DIN 50 150
1 – materiál možno použiť aj na pretláčanie ocele za tepla
2 – pre pretláčanie ocele za tepla môže byť použitý aj materiál W360 (52–57 HRC)
3 – pre pretláčanie ocele za tepla môže byť použitý aj materiál W320 (44–49 HRC)

Pre zliatiny ťažkých kovov

Nástroj alebo komponent	Použitie/aplikácia	Böhler značka	Orientačná prac. tvrdosť v HRC
Mostíkové, komorové hviezdicové nástroje a vložky pre hore uvedené nástroje	Pre tyče, profily pri štandardnom namáhaní	BÖHLER W321	45–48
		BÖHLER W324*	45–50
		BÖHLER W700*	41–44
	Pre profily, rúry a drôty pri vysokom namáhaní	BÖHLER W324*	45–48
		BÖHLER L718*	41–44
Tŕň	Pri ochladzovaní vodou	BÖHLER W302	46–49
		BÖHLER W303	44–46
		BÖHLER W360	52–55
Lisovací a čistiaci kotúč	Pri štandardnom namáhaní a pri ochladzovaní vodou	BÖHLER W302	46–48
		BÖHLER W303	
	Pri vysokom namáhaní a pri ochladzovaní vodou	BÖHLER W321	46–49
	Pri vysokom namáhaní a pri ochladzovaní olejom alebo vzduchom	BÖHLER W324*	48–50
		BÖHLER W750	32–40
		BÖHLER L718*	41–44
Vnútorné púzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W303	41–45
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W750	~34
		BÖHLER L901*	34–40
Medzipúzdro	Štandardné namáhanie	BÖHLER W326*	37–42
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W300	37–42
		BÖHLER W303	41–46
Plášť	Štandardné namáhanie	BÖHLER W326*	33–38
	Vysoké namáhanie	BÖHLER W300	35–40
Tŕň		BÖHLER W300	47–52
		BÖHLER W302	
		BÖHLER W303	
		BÖHLER W360	52–57
Lisovací tŕň (piest)		BÖHLER W300	47–52
		BÖHLER W303	
Držiak matrice		BÖHLER W300	40–48
		BÖHLER W303	
		BÖHLER W326*	
		BÖHLER W360	52–57
Podložka matrice		BÖHLER W300	38–46
		BÖHLER W303	
		BÖHLER W326*	
Prítlačný krúžok, prítlačná doska, hlava		BÖHLER W326*	38–46
Držiak nástroja, zásobník		BÖHLER W326	35–44
Držiak tŕňa		BÖHLER W326*	38–46
		BÖHLER W300	47–52
Uzatvárací tŕň		BÖHLER W302	46–50
		BÖHLER W303	

* Akosť nie je štandardne vyrábaná, v prípade požiadavky je potrebné preveriť súčasné možnosti príp. dopytovať min. množstvo z novej výroby.
Pozn.: Tvrdosť bola prepočítavaná a zaokrúhlená z HB podľa DIN 50 150

KOVANIE

Kovanie je beztrieskové tvárnenie kovov medzi dvoma nástrojmi. Voľba nástrojových ocelí sa riadi v prvom rade podľa použitého procesu kovania.

Zápustkové kovanie

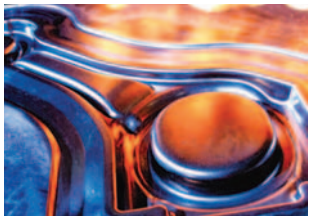
Kovanie v zápustke sa uskutočňuje prostredníctvom úderov buchara alebo vysokého tlaku kovacieho lisu, prípadne kovacieho zariadenia.
Pri kovaní v buchare je kovaný kus len krátko v kontakte so zápustkou. Preto je zápustka menej tepelne namáhaná. Pri tomto procese však dominuje mechanické namáhanie. Je teda veľmi dôležité, aby používaná oceľ pre prácu za tepla disponovala dobrou húževnatosťou.
Naproti tomu pri kovaní pod lisom kontakt kovaného materiálu so zápustkou je dlhší, čím dochádza k vysokému tepelnému namáhaniu nástroja. Preto sú tu nasadzované ocele pre prácu za tepla legované Cr a Mo, ktoré majú vysokú odolnosť proti popusteniu, vysokú pevnosť a odolnosť proti opotrebeniu pri vyšších teplotách a zároveň vysokú húževnatosť pri vyšších teplotách.

Rýchlokovanie

Plnoautomatické viacstupňové lisy sú kovacie zariadenia, ktoré vyrábajú najnáročnejšie tvary z materiálov, ktoré sú ťažko tvárniteľné vo viacerých stupňoch tvárnenia. S týmito zariadeniami sa vyrábajú najčastejšie rotačné symetrické diely. Ohrev polotovaru, vedenie, obstrihovanie, tvárnenie je plne automatické.

Kovanie za poloohrevu

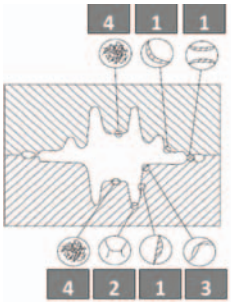
Pod týmto označením sa rozumie proces tvárnenia, v ktorom je kus tak dlho predhrievaný, až kým nastane za daných podmienok trvalé deformačné spevnenie. To znamená, že materiál je tvárnený pod teplotou rekryštalizácie. Niekedy sa používajú aj teploty nad teplotou rekryštalizácie. V praxi týmto rozumieme tvárnenie ocelí v teplotnom rozsahu od 650 do cca. 950 °C. Tieto rozsahy teplôt ležia podstatne nižšie pod teplotami konvenčného kovania 1100–1250 °C.



Voľba procesu kovania

	Kovanie za tepla	Kovanie za poloohrevu	Pretláčanie za studena
Teplota procesu	> 950 °C	650–950 °C	< 200 °C
Tvar	ľubovoľný	rotačný symetricky	najčastejšie rotačný symetricky
Tvárnený materiál	ľubovoľný	ľubovoľný	nízkolegované ocele (C < 0,45 %)
Dosahované tolerancie	IT12–IT16	IT9–IT12	IT7–IT11
Dosahovaná povrchová kvalita R	> 100 µm	< 50 µm	< 10 µm
Hospodárne množstvo série	> 500 kusov	> 10 000 kusov	> 3 000 kusov
Materiál nástroja	oceľ pre prácu za tepla	oceľ pre prácu za tepla, rýchlorezná oceľ	oceľ pre prácu za studena, rýchlorezná oceľ
Životnosť nástroja	5 000–10 000 kusov	10 000–20 000 kusov	20 000–30 000 kusov
Využitie materiálu	60–80 %	~ 85 %	85–90 %

Mechanizmy poškodzovania nástrojov pri kovaní a z toho vyplývajúce vlastnosti na materiál



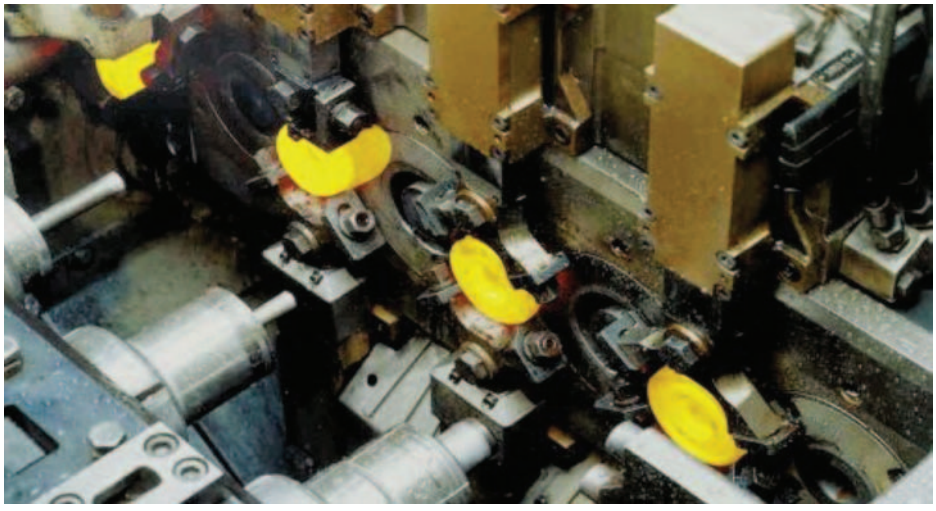
Mechanizmus poškodenia →	Opatrenia
1) Opotrebenie →	Tvrdosť ▲, Podiel tvrdej fázy ▲
2) Mechanická únava →	Húževnatosť ▲, Pevnosť ▲
3) Plastická deformácia →	Pevnosť ▲
4) Tepelná únava →	Stabilita pri vyšších teplotách ▲

Požiadavky na vlastnosti ocelí pre jednotlivé druhy kovania

Profil vlastností	Zápustkové kovanie pod bucharom	Zápustkové kovanie pod lisom	Kovanie za polohrevu
Odolnosť proti opotrebeniu	★★★★★	★★★★★	★★★★★
Odolnosť proti popúšťaniu	★★	★★★★	★★★
Pevnosť pri vyšších teplotách	★★★	★★★	★★★★
Odolnosť proti únavovým trhlinám	★	★★	★
Húževnatosť pri vyšších teplotách	★★★★	★★★	★★

Voľba nástrojovej ocele a odporúčané tvrdosti pre kovacie nástroje

Druh kovacieho stroja	Nástroj	Böhler značka	Orientačná hodnota tvrdosti v HRC
Rýchlokovací stroj, kovanie za polohrevu	Zápustka	BÖHLER W302	46–52
		BÖHLER W320	46–52
		BÖHLER W321	46–52
		BÖHLER W303	46–52
		BÖHLER W360 ISOBLOC®	50–57
		BÖHLER W403 VMR®	46–52
Lis	Zápustka	BÖHLER W300	41–52
		BÖHLER W302	41–52
		BÖHLER W320	41–52
		BÖHLER W303	41–52
		BÖHLER W360 ISOBLOC®	50–56
		BÖHLER W400 VMR®	41–52
		BÖHLER W403 VMR®	41–52
		BÖHLER W500	38–52
	Zápustková vložka	BÖHLER W300	41–52
		BÖHLER W302	41–52
		BÖHLER W320	41–52
		BÖHLER W303	41–52
		BÖHLER W360 ISOBLOC®	50–56
		BÖHLER W400 VMR®	41–52
		BÖHLER W403 VMR®	41–52
Buchar	Zápustka	BÖHLER W300	38–52
		BÖHLER W500	38–52
	Zápustková vložka	BÖHLER W300	41–52
		BÖHLER W302	41–52
		BÖHLER W303	41–52
		BÖHLER W360 ISOBLOC®	50–56
		BÖHLER W400 VMR®	41–52
		BÖHLER W403 VMR®	41–52
		BÖHLER W500	38–52



LISOVANIE PLECHOV ZA TEPLA

Moderné koncepty dopravných prostriedkov vyžadujú úsporu hmotnosti, pre zvýšenie rýchlosti, zlepšenie hospodárnosti a energetickej účinnosti a zároveň sa od dopravných prostriedkoch vyžadujú vysoké bezpečnostné štandardy. To vedie k používaniu tenších a zároveň ešte pevnejších plechov. Jedným z procesov pre tvarovanie takýchto plechov je **lisovanie plechov za tepla**.

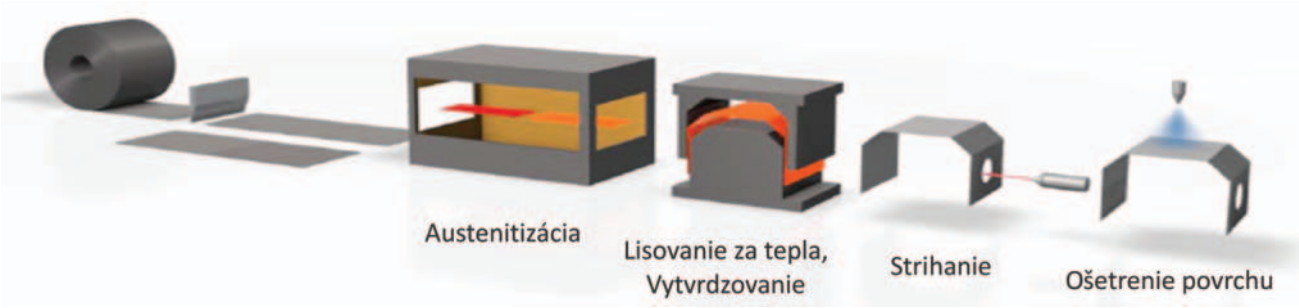
Lisovanie plechov za tepla je proces výroby súčiastok z vysokopevných a super-pevných plechov (22MnB5 a pod.). Vysoká pevnosť súčiastok sa získava martenzitickou transformáciou počas kalenia v chladenom nástroji. Používajú sa dva procesy. **Nepriame lisovanie plechov a priame lisovanie plechov**.

Nepriame lisovanie plechov za tepla

Pri nepriamom lisovaní plechov za tepla je plech tvárnený v mäkkom stave za studena, ďalej zohriaty na austenitizačnú teplotu a následne zakalený v chladenom nástroji.

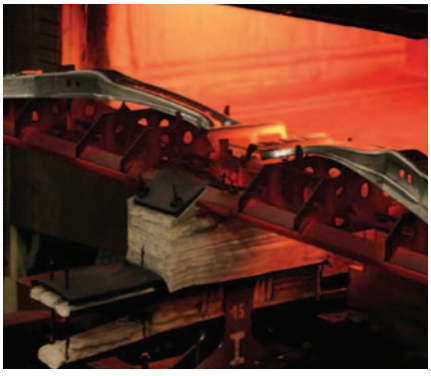
Priame lisovanie plechov za tepla

Pri priamom lisovaní plechov za tepla prebieha tvárnenie a kalenie, po zohriati na austenitizačnú teplotu, v jednom kroku. Po kalení sú súčiastky strihané do konečného tvaru.

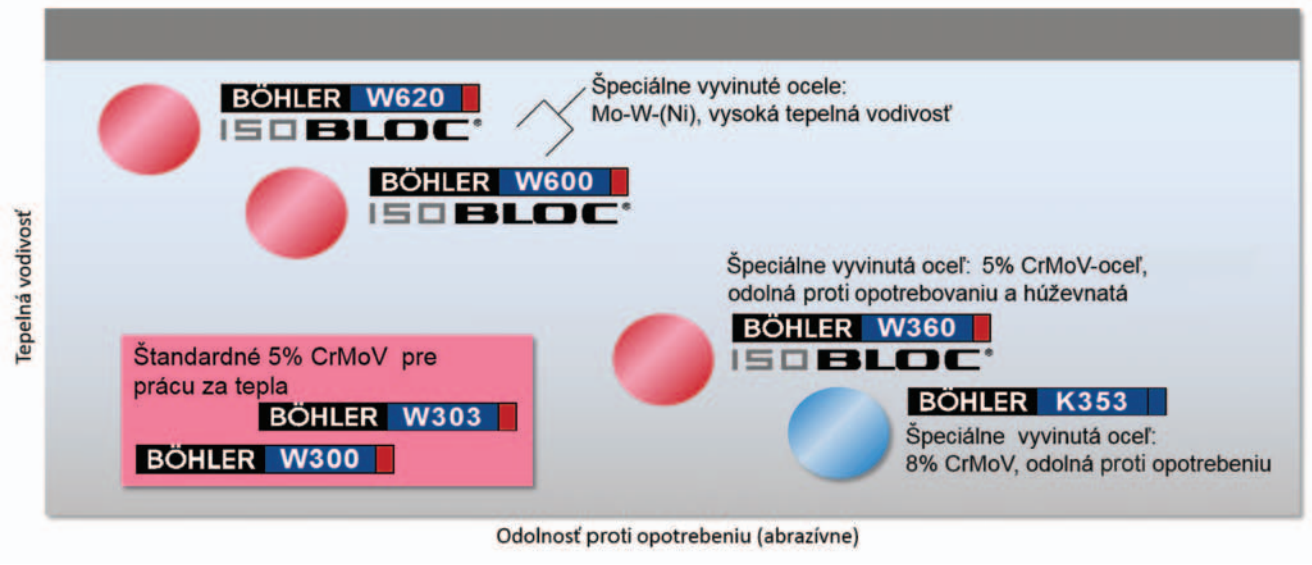


Požiadavky na nástrojové ocele pre lisovanie plechov za tepla sú:

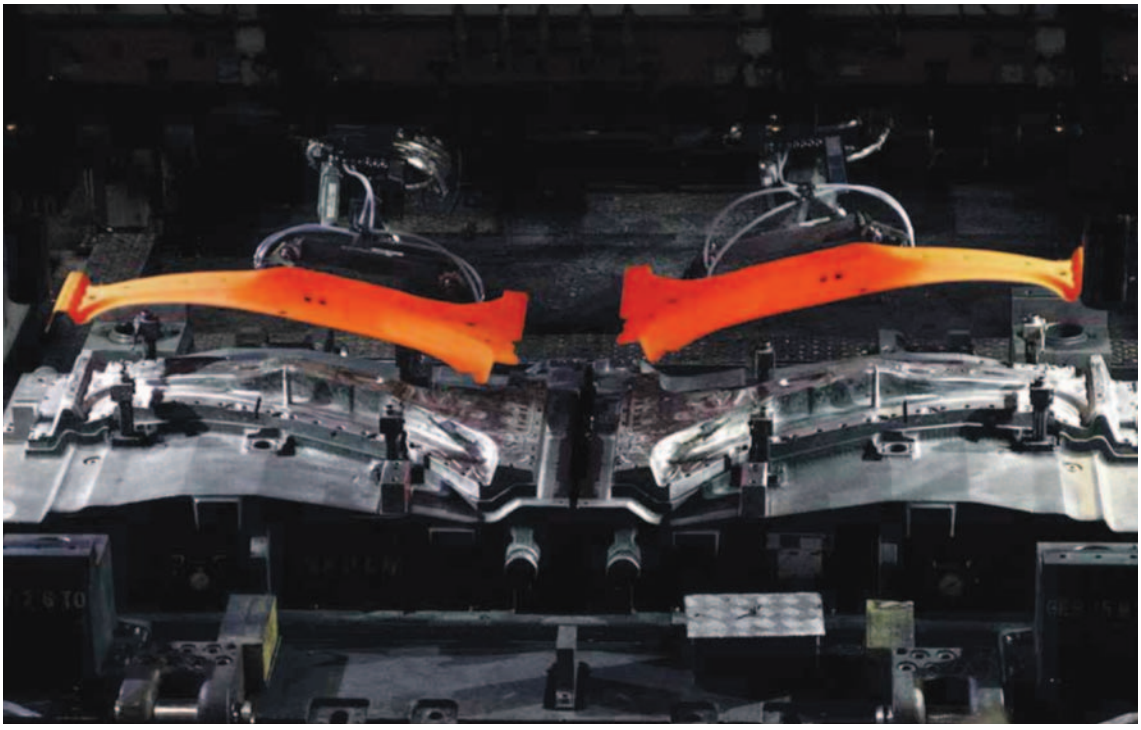
- Dostatočná pevnosť v tlaku
- Tvrdosť do 42–60 HRC (záleží od procesu)
- Dostatočná odolnosť voči opotrebeniu (abrazívne, adhezívne)
- Vysoká tepelná vodivosť (krátky čas cyklu)
- Jednoduché tepelné spracovanie (vo vákuu)
- Dobrá zvárateľnosť (opravy zváraním)



Koncept ocelí BÖHLER pre lisovanie plechov za tepla



BÖHLER W620 ISOBLOC	Nepriame lisovanie plechov za tepla, najvyššia tepelná vodivosť, najkratší čas cyklu
BÖHLER W600 ISOBLOC	Priame lisovanie plechov za tepla, vysoká tepelná vodivosť, krátky čas cyklu, veľké rozmery nástrojov
BÖHLER W360 ISOBLOC	Obidva procesy, zložitá geometria, výborný pomer pevnosť-húževnatosť
BÖHLER K353	Priame lisovanie plechov za tepla, oceľ pre prácu za studena, najvyššia odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu



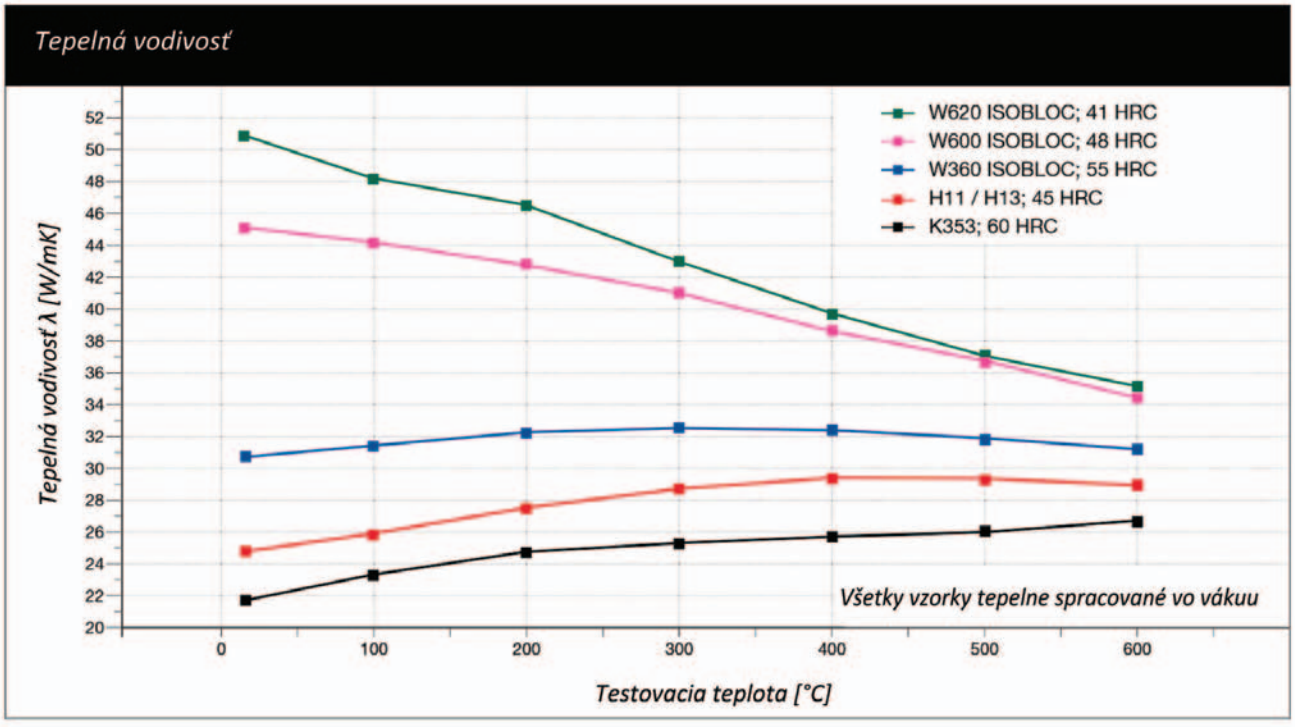
ODPORÚČANÉ MATERIÁLY BÖHLER PRE LISOVANIE PLECHOV ZA TEPLA A POROVNANIE S NÁSTROJOVÝMI OCEĽAMI PRE PRÁCU ZA TEPLA

BÖHLER označenie DIN / EN	AISI	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ni	W	Al
BÖHLER W360 ISOBLOC	–	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	0,55	–	–	–
BÖHLER W600 ISOBLOC	–	0,32	0,10	0,25	–	3,30	–	2,00	1,80	–
BÖHLER W620 ISOBLOC	–	0,32	0,12	0,25	–	3,30	–	–	1,80	–
BÖHLER K353	–	0,82	0,70	0,40	8,00	1,60	0,60	–	–	+
< 1.2343 > X38CrMoV5-1	H11	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	0,40	–	–	–
< 1.2344 > X40CrMoV5-1	H13	0,39	1,10	0,40	5,20	1,40	0,95	–	–	–
< 1.2367 > X38CrMoV5-3	–	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	0,55	–	–	–

RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ OCELÍ PRE LISOVANIE PLECHOV ZA TEPLA A NÁSTROJOVÝCH OCELÍ PRE PRÁCU ZA TEPLA

BÖHLER označenie	AISI	Tepelná vodivosť	Odolnosť voči opotrebovaniu pri vyšších teplotách	Húževnatosť pri vyšších teplotách	Obrábateľnosť
BÖHLER W360 ISOBLOC	–	★★★	★★★★★	★★★★	★★★★★
BÖHLER W600 ISOBLOC	–	★★★★	★★★	★★★	★★★★★
BÖHLER W620 ISOBLOC	–	★★★★★	★★	★★	★★★★★
BÖHLER K353	–	★★	★★★★★	★★	★★★★
< 1.2343 > X38CrMoV5-1	H11	★★	★★	★★★★	★★★★★
< 1.2344 > X40CrMoV5-1	H13	★★	★★★	★★★★	★★★★★
< 1.2367 > X38CrMoV5-3	–	★★★	★★★★	★★★	★★★★★

POROVNANIE TEPELNEJ VODIVOSTI



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,38	1,10	0,40	5,00	1,30	0,40			
Normy	DIN / EN < 1.2343 >, X38CrMoV5–1, AISI H11, STN 19 552								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla s vysokou húževnatosťou, veľmi dobrými pevnostnými vlastnosťami za tepla, umožňuje chladenie vodou, má obzvlášť dobrú kaliteľnosť na vzduchu a vo vákuu.
Oceľ BÖHLER W 300 sa dodáva vo forme polotovarov v dvoch základných prevedeniach:

Vyrábaná konvenčným metalurgickým postupom	BÖHLER W300 ISODISC®
Elektrotroskovo pretavovaná so zlepšenou homogenitou a pevnosťou	BÖHLER W300 ISOBLOC®

POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ľahkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pri výrobe rúr a iných profilov pretláčaním za tepla, nástroje na pretláčanie za tepla, nástroje na výrobu dutých telies. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie, piesty, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla, nástroje pre spracovanie plastov.

Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
750 až 800 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
1 000 °C až 1 040 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút.**
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vzduch alebo vákuum.

POPÚŠŤANIE

Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.
Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti,
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1 020 °C.
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm

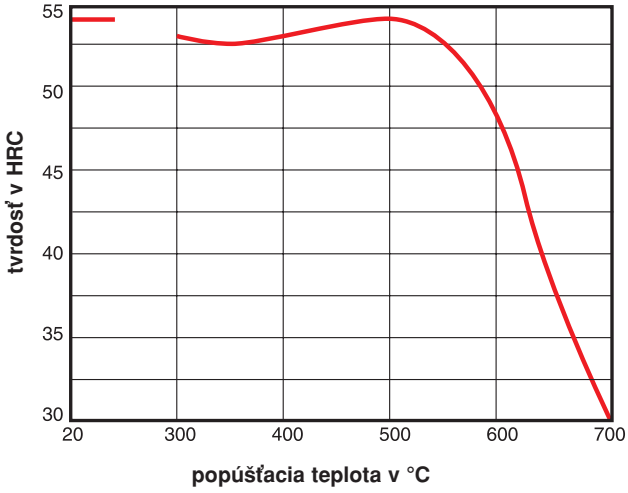


DIAGRAM MEDZE PEVNOSTI PRI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH

zušľachtené na 1600 N/mm²
zušľachtené na 1200 N/mm²

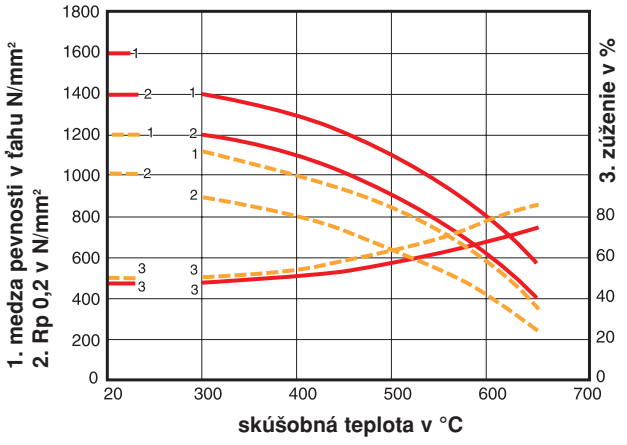
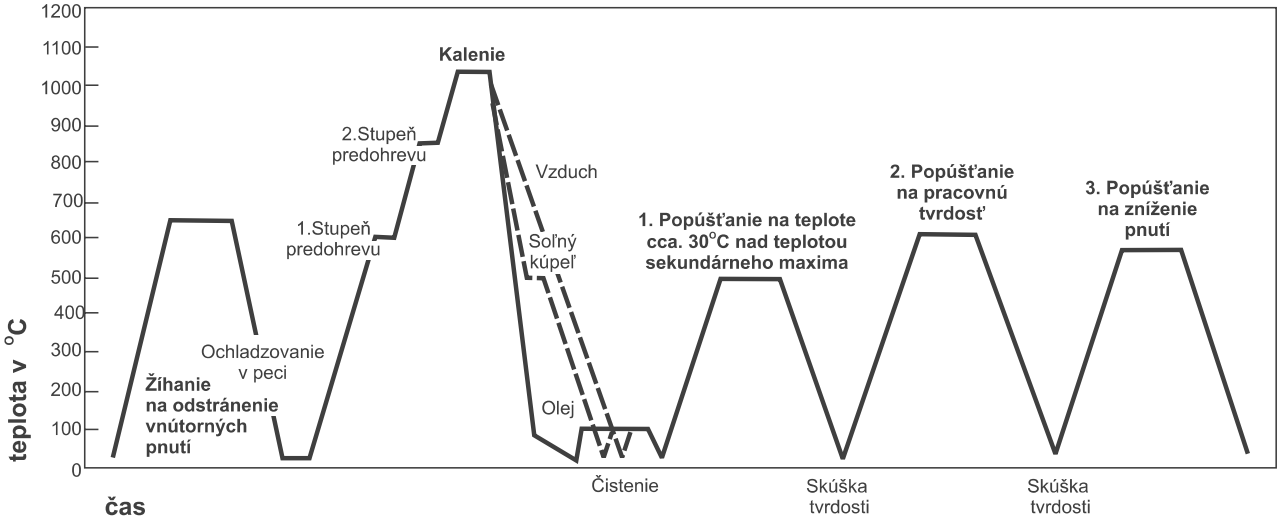


Schéma tepelného spracovania ocelí W300 a W302



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE W300 ISODISC

● Kruhové tyče, špeciálne žíhané, predhrubované IBO ECOMAX, mm

15,5	20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	55,8	60,8	66,0	71,0	76,0
81,0	86,0	91,0	96,0	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5	126,5	131,5	136,5	141,5
151,5	162,0	172,0	173,0	182,0	187,0	192,0	202,0	207,0	212,0	214,0	222,0	232,0
235,0	242,0	247,0	252,5	257,5	262,5	267,5	272,5	282,5	292,5	302,5	306,0	312,5
323,0	333,0	343,0	353,0	363,0	383,0	403,0	408,0	423,0	433,0	443,0	483,0	503,0
522,0	533,0	543,0										

■ Štvorhranné tyče, špeciálne žíhané na mäkko, mm

60,0	80,0	100,0	120,0

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm								
	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0	120,0
80,0	▬	▬	▬						
100,0	▬	▬		▬					
120,0	▬	▬	▬						
150,0		▬	▬	▬		▬		▬	
200,0	▬	▬	▬	▬		▬		▬	▬
250,0		▬	▬	▬	▬	▬		▬	▬
300,0			▬	▬	▬	▬		▬	
350,0				▬		▬			

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE W300 ISOBLOC

▬ Platne žíhané na mäkko, ESU – elektrotroskovo pretavované

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka mm	Hrúbka mm															
800	300	350														
810	125	155	180	205	225	255	280	305	325	350	375	400	450	500	550	600
1010	425	450														
1210	500	525	550	575	610											
1380	400															

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote	20°C	500°C	600°C	Jednotka
Hustota	7,80	7,64	7,60	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,52	0,86	0,96	Ohm.mm²/ m
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215x10³	176x10³	165x10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,9	13,0	13,2

Teplota [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná vodivosť [W/(m.K)] Stav: kalený a popustený	26,0	27,7	28,9	29,5	29,5	29,1	29,2

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,39	1,10	0,40	5,20	1,40	0,95			
Normy	DIN / EN < 1.2344 >, X40CrMoV5–1, AISI H13, STN 19 554								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla s veľmi dobrými pevnostnými vlastnosťami pri vysokých teplotách a vysokou odolnosťou proti opotrebovaniu pri vysokých teplotách, ako aj dobrou húževnatosťou a odolnosťou proti únavovým trhlinám v dôsledku cyklického namáhania a zmeny teploty. Umožňuje chladenie vodou. Oceľ je kaliteľná vo vákuu, vhodná pre nitridovanie v kúpeli aj v plyne.
Oceľ sa dodáva vo forme polotovarov v dvoch základných prevedeniach:

Vyrábaná konvenčným metalurgickým postupom	BÖHLER W302 ISODISC®
Elektrotroskovo pretavovaná so zlepšenou homogenitou a pevnosťou	BÖHLER W302 ISOBLOC®

POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ľahkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pri výrobe rúr a iných profilov pretláčaním za tepla, nástroje na pretláčanie za tepla, nástroje na výrobu dutých telies. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie, piesty, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla, nástroje pre spracovanie plastov.
Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
750 až 800 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze 1 až 2 hodiny (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
1 020 °C až 1 080°C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút.**
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vzduch alebo vákuum.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.
Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1 050 °C.
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm

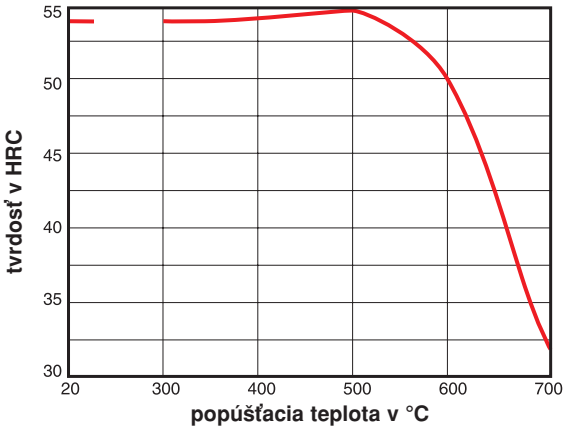
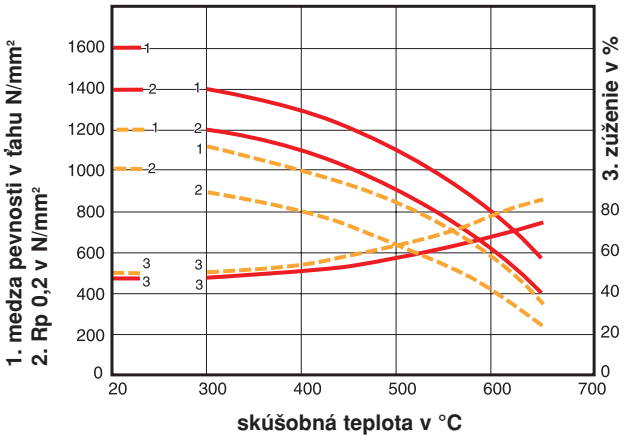


DIAGRAM MEDZE PEVNOSTI PRI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH

zušľachtené na 1 600 N/mm²
zušľachtené na 1 200 N/mm²



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE W302 ISODISC

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

18,5	20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8
55,8	60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0
96,0	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5	126,5	131,5
136,5	141,5	151,5	156,5	162,0	167,0	172,0	182,0
192,0	202,0	207,0	212,0	218,0	222,0	232,0	242,0
247,0	252,5	257,5	262,5	272,5	282,5	292,5	302,5
312,5	323,0	333,0	343,0	353,0	358,0	363,0	383,0
403,0	434,0	460,5					

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE W302 ISOBLOC

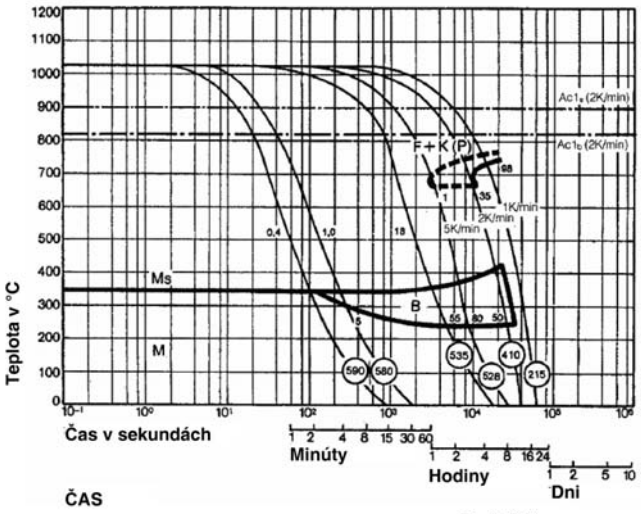
▬ Platne žíhané na mäkko, ALLPLAN

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka mm	Hrúbka mm								
	250	300	350	365	400	461	486	511	562
610				▬					
810	▬	▬	▬		▬				
931						▬	▬	▬	▬

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

Teplota austenitizácie: 1020°C
Doba výdrže: 15 minút
◯ hodnota tvrdosti v HV
1.....35 fázový podiel v %
λ = 0,4...18 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
5.....1K/min....ochladzovacia rýchlosť v K/min v oblasti od 800°C do 500°C



B – bainit
F – ferit
K – karbid
M – martenzit
P – perlit
RA – zvyškový austenit

▬ Ploché tyče, žíhané na mäkko, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm							
	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	100,0	120,0
70,0	▬							
100,0	▬							
120,0		▬						
150,0	▬	▬	▬			▬		
200,0		▬	▬	▬		▬	▬	
250,0		▬	▬	▬		▬	▬	
300,0		▬	▬	▬	▬	▬	▬	▬
350,0				▬		▬		

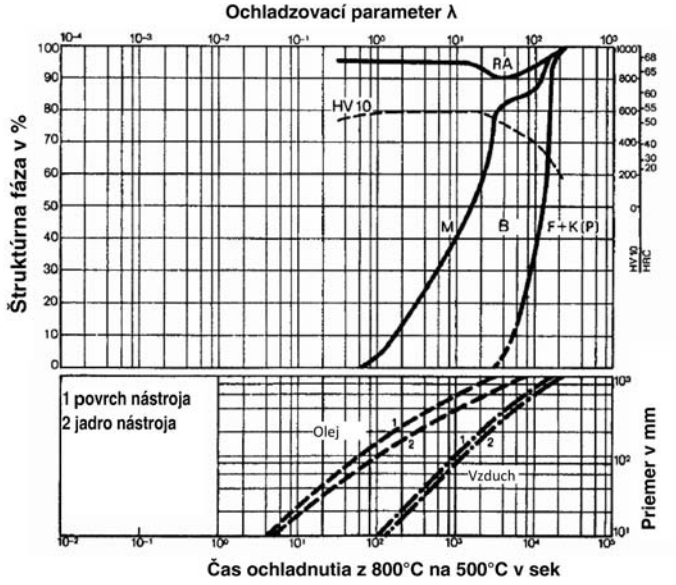
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote	20 °C	500 °C	600 °C	Jednotka
Hustota	7,80	7,64	7,60	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,52	0,86	0,96	Ohm.mm² / m
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215x10³	176x10³	165x10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,9	13,0	13,2

Teplota [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná vodivosť [W/(m.K)] Stav: kalený a popustený	24,3	26,1	27,3	27,8	27,7	27,5	27,3

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,38	0,40	0,40	5,00	2,80	0,55			
Normy	DIN / EN < 1.2367 >, X38CrMoV5–3, AISI –, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla vyznačujúca sa vysokou pevnosťou pri zvýšených teplotách, s vysokou odolnosťou proti popusteniu, dobrou húževnatosťou a odolnosťou proti únavovým trhlinám v dôsledku cyklického namáhania a zmeny teploty. Umožňuje chladenie vodou. Oceľ je kaliteľná vo vákuu, vhodná pre nitridovanie v kúpeli aj v plyne.
Oceľ sa dodáva vo forme polotovarov v základnom prevedení, vyrábaná konvenčným metalurgickým postupom.

POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ľahkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pri výrobe rúr a iných profilov pretláčaním za tepla, nástroje na pretláčanie za tepla, nástroje na výrobu dutých telies. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie, piesty, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla, nástroje pre spracovanie plastov.
Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
750 až 800 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
1 030 °C až 1 080 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vzduch, vákuum.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.
Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti,
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1 050 °C.
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm

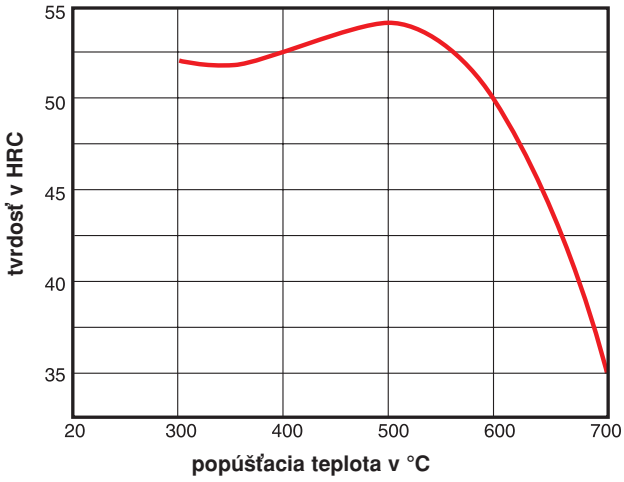
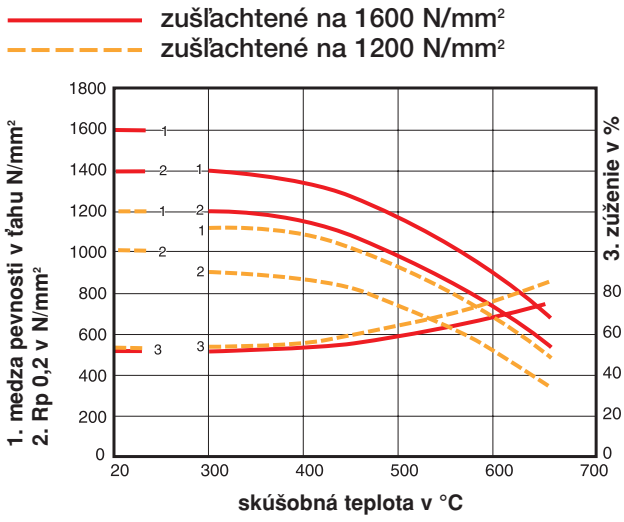


DIAGRAM MEDZE PEVNOSTI PRI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT PRE W303 ISODISC

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

35,8	40,8	50,8	60,8	66,33	71,0	81,0	91,0
101,5	111,5	116,94	125,0	128,5	131,5	141,5	151,5
153,9	162,0	167,1	182,0	189,4	202,0	212,0	222,0
232,0	242,0	252,5	256,5	272,5	281,9	302,5	307,3

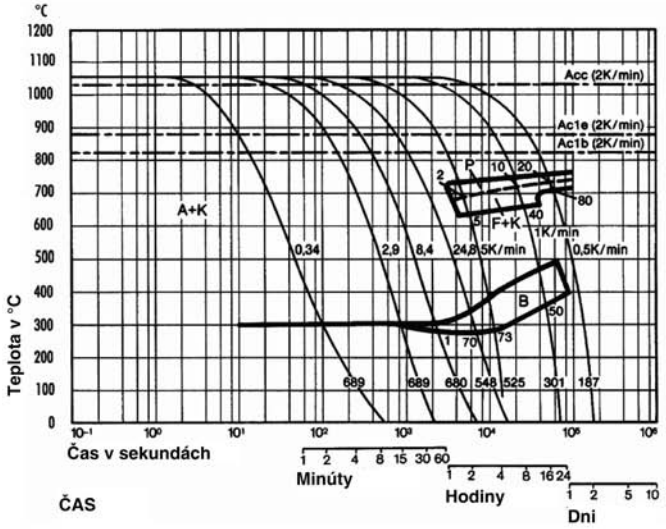
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote	20 °C	500 °C	600 °C	Jednotka
Hustota	7,85	7,69	7,65	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,50	0,84	0,94	Ohm.mm²/ m
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215x10³	176x10³	165x10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,9	13,0	13,2

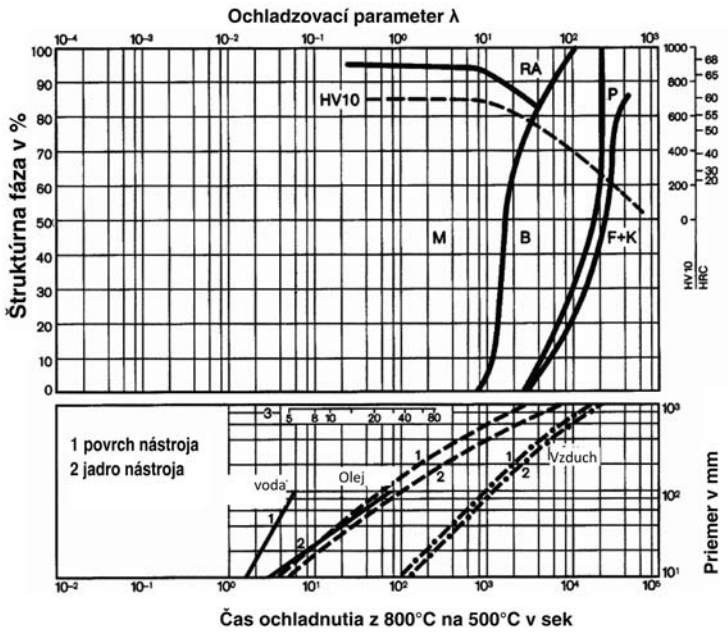
Teplota [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná vodivosť [W/(m.K)] Stav: kalený a popustený	29,0	30,4	31,1	31,1	30,4	29,2	28,8

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

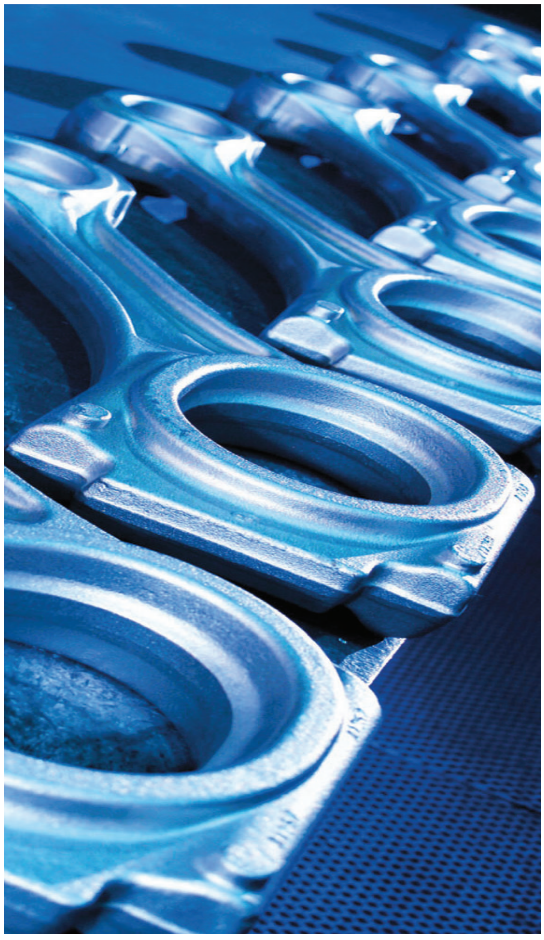


Teplota austenitizácie: 1050°C
Doba výdrže: 15 minút
689 – 187 tvrdosť v HV
1.....80 fázový podiel v %
λ = 0,34...24,8 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
5.....0,5K/min....ochladzovacia rýchlosť v K/min v oblasti od 800°C do 500°C

KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



A - austenit
B – bainit
F – ferit
K – karbid
M – martenzit
P – perlit
RA – zvyškový austenit



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,31	0,30	0,35	2,9	2,80	0,50			
Normy	DIN / EN < 1.2365 >, 32CrMoV12–28 (X32CrMoV3-3), AISI ~ H10, STN 19 541								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla s dobrou odolnosťou proti únavovým trhlinám v dôsledku cyklického namáhania a zmeny teploty, vysokou pevnosťou za tepla a dobrou húževnatosťou, chladiteľná vodou, kaliteľná vo vákuu, vhodná pre nitridovanie v soľnom kúpeli aj v plyne.

POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ťažkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pri výrobe rúr a iných profilov pretláčaním za tepla, nástroje na pretláčanie za tepla, nástroje na výrobu dutých telies. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie, piesty, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla, nástroje pre spracovanie plastov.

Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
750 až 800 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2** hodiny (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
1 010 °C až 1 050 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C)

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.

Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1 030 °C.
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm

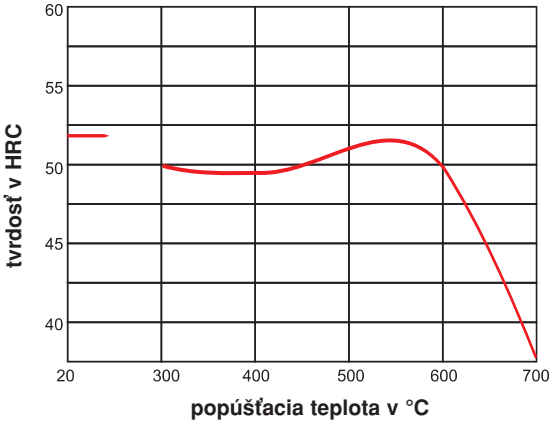
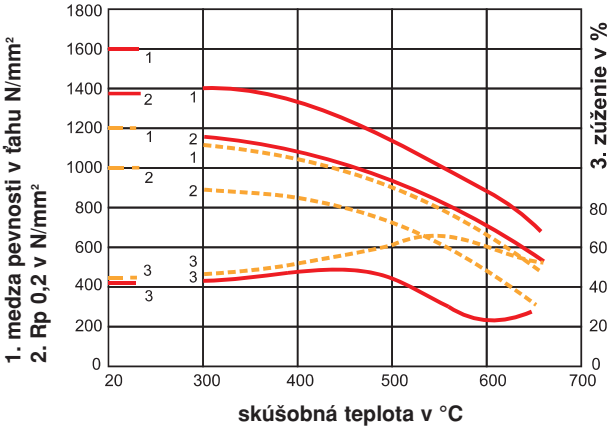


DIAGRAM MEDZE PEVNOSTI PRI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH

zušľachtené na 1 600 N/mm²
zušľachtené na 1 200 N/mm²



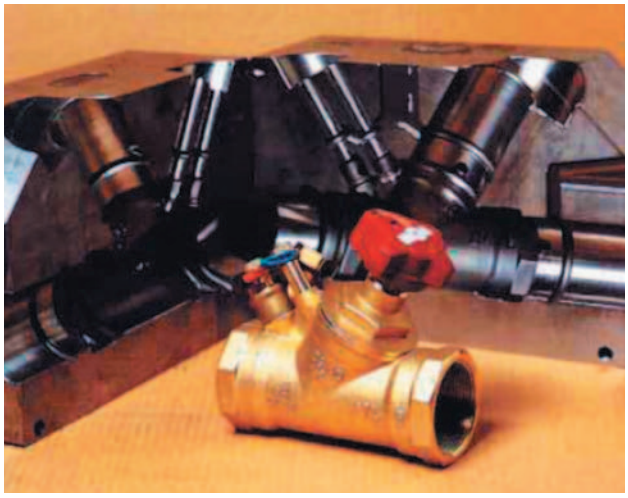
ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
25,5	30,5	33,8	35,8	37,8	40,8	45,8	50,8
55,8	60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0
96,0	101,5	106,5	111,5	121,5	131,5	141,5	151,5
162,0	172,0	182,0	202,0	222,0	242,0	262,5	302,5

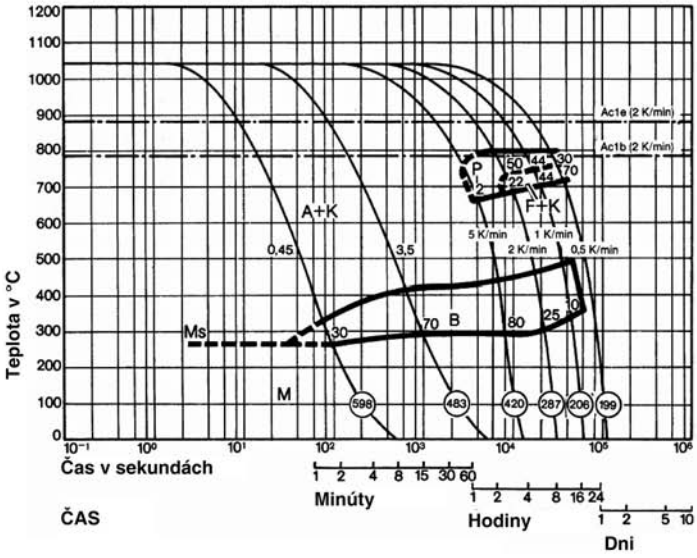
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote	20 °C	500 °C	600 °C	Jednotka
Hustota	7,85	7,69	7,65	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,37	0,78	0,89	Ohm.mm² / m
Tepelná vodivosť	30,0	30,1	29,7	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215x10³	176x10³	165x10³	N/mm²

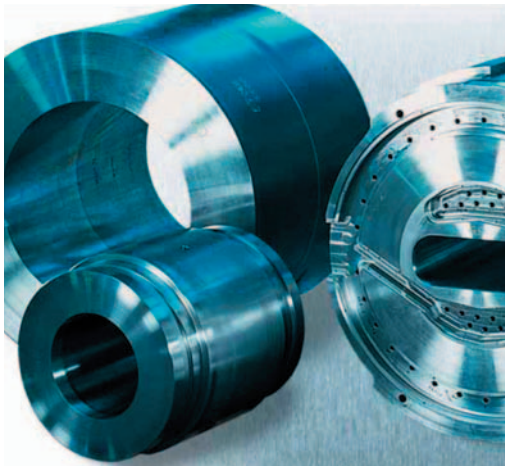
Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	12,0	12,5	12,7	13,0	13,2	13,4	13,7



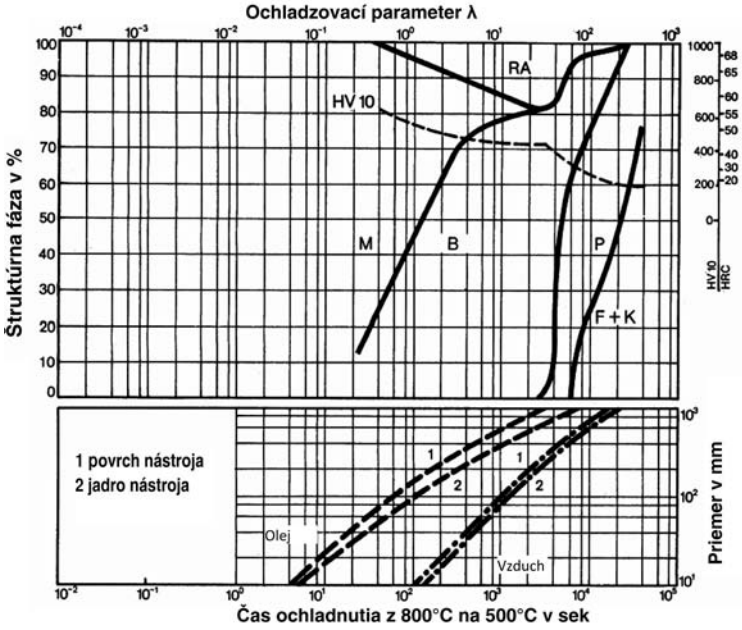
ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



Teplota austenitizácie: 1030°C
Doba výdrže: 15 minút
◯ tvrdosť v HV
2.....80 fázový podiel v %
λ = 0,45...3,5 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
5.....0,5K/min....ochladzovacia rýchlosť v K/min v oblasti od 800°C do 500°C



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



A – austenit
B – bainit
F – ferit
K – karbid
M – martenzit
P – perlit
RA – zvyškový austenit

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Co		
Obsah prvkov v %	0,39	0,30	0,35	2,90	2,80	0,65	2,90		
Normy	DIN / EN ~1.2885, ~X32CrMoCoV3–3–3, AISI –, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla s dobrou odolnosťou proti únavovým trhlinám v dôsledku cyklického namáhania a zmeny teploty, s veľmi dobrou pevnosťou pri vyšších teplotách a dobrou húževnatosťou pri vyšších teplotách, vďaka obsahu kobaltu vhodná pre vysoké namáhania. Umožňuje chladenie vodou. Vhodná pre nitridovanie v soľnom kúpeli aj v plyne.

POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ťažkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pri výrobe rúr a iných profilov pretláčaním za tepla, nástroje na pretláčanie za tepla. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie kovov, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla.

Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
750 až 800 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
1 000 °C až 1 070 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C)

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.

Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie cca **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1 050 °C.
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm

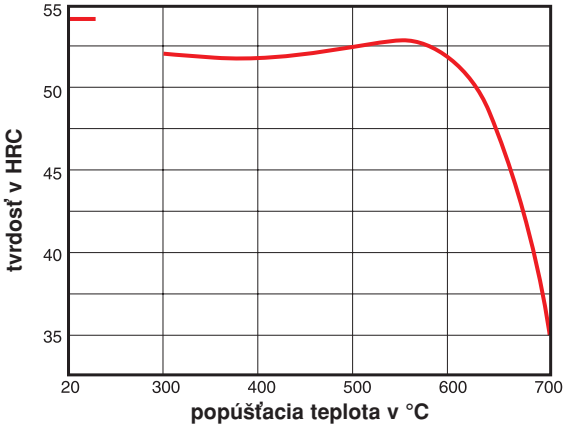
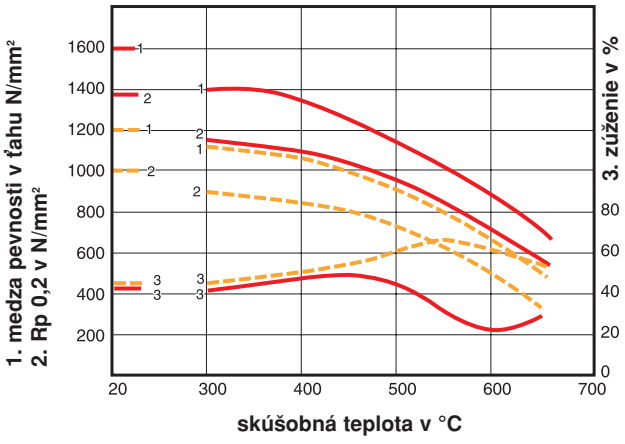


DIAGRAM MEDZE PEVNOSTI PRI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH

zušľachtené na 1 600 N/mm²
zušľachtené na 1 200 N/mm²



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

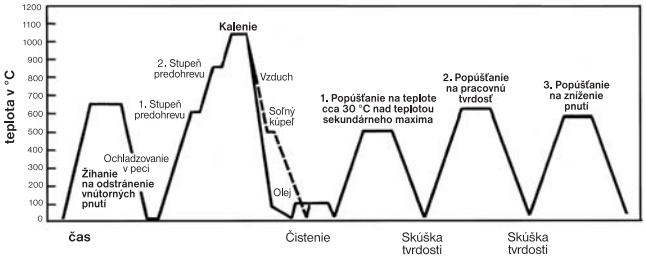
● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	60,8
66,0	76,0	81,0	91,0	101,5	111,5	121,5	131,5
153,9							

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

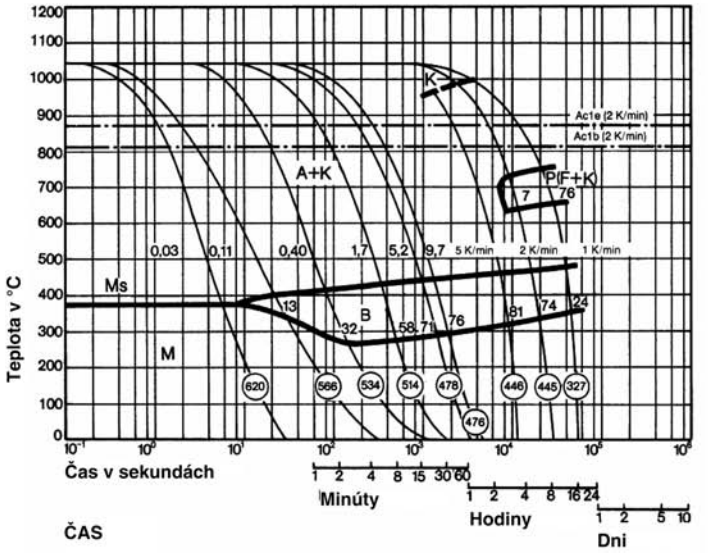
Fyzikálna vlastnosť pri teplote	20 °C	500 °C	600 °C	Jednotka
Hustota	7,90	7,74	7,71	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,50	0,84	0,94	Ohm.mm² / m
Tepelná vodivosť	30,0	33,6	34,1	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215x10³	176x10³	165x10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,9	13,0	13,2

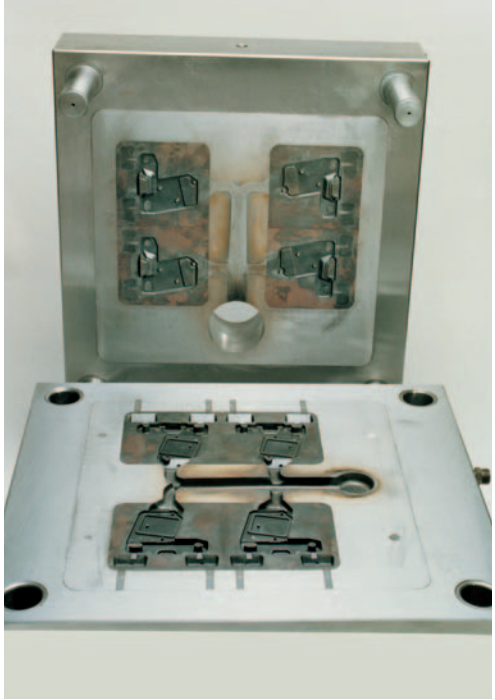
Schéma tepelného spracovania ocelí W320 a W321



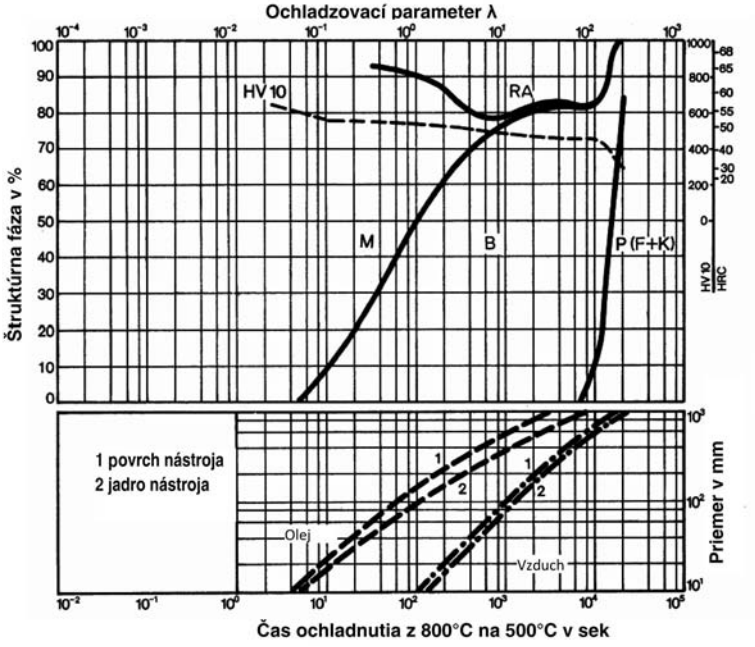
ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE



Teplota austenitizácie: 1040°C
Doba výdrže: 15 minút
◯ tvrdosť v HV
13.....76 fázový podiel v %
λ = 0,03...9,7 ochladzovací parameter, t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}
5.....1K/min....ochladzovacia rýchlosť v K/min v oblasti od 800°C do 500°C



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM



A – austenit
B – bainit
F – ferit
K – karbid
M – martenzit
P – perlit
RA – zvyškový austenit

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	N		
Obsah prvkov v %	0,38	0,20	0,55	5,00	1,75	0,55	+		
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 240 HB**								

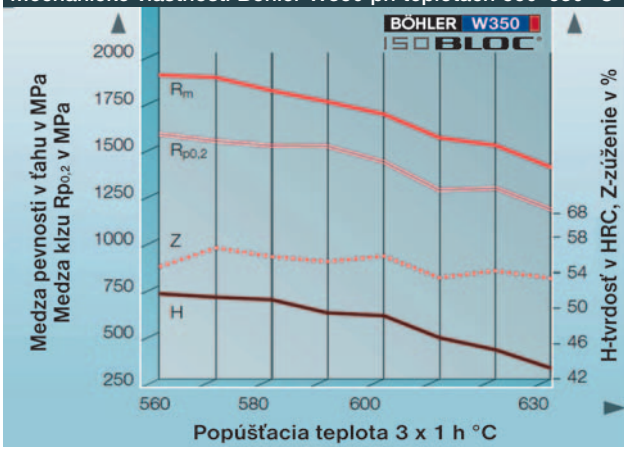
CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla s vynikajúcou **húževnatosťou** a **medzou pevnosti** aj pre nižšie rýchlosti ochladzovania (pri kalení), **s vysokou odolnosťou proti opotrebovaniu** pri vyšších teplotách. **Veľmi vhodná oceľ pre veľké nástroje a komplikované tvary.** W350 ISOBLOC je oceľ vyvinutá spoločnosťou BÖHLER s ohľadom na vysoké namáhanie materiálu pri tvárnení za tepla a s ohľadom na tepelné spracovanie veľkých nástrojov. Výroba riadeným procesom elektrotroskového pretavovania pod tlakom (DESU) v spojení s optimálnou technológiou kovania v troch rozmeroch dáva záruku vysokej homogenity štruktúry a výhodných mechanických vlastností.

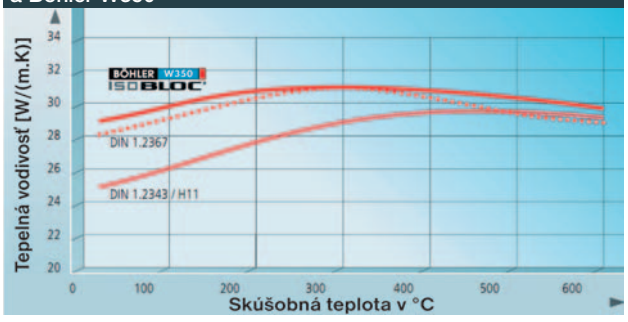
POUŽITIE

Vysoko namáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie ľahkých kovov, formy (tvarové vložky, jadrá) na tlakové liatie, nástroje a komponenty na pretláčanie za tepla ako lisovacie tŕne, lisovacie matrice, lisovacie vložky, lisovacie podložky. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla.
Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

Mechanické vlastnosti Böhler W350 pri teplotách 560–630 °C



Porovnanie tepelnej vodivosti materiálov 1.2367, 1.2343 a Böhler W350



TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800 až 850 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

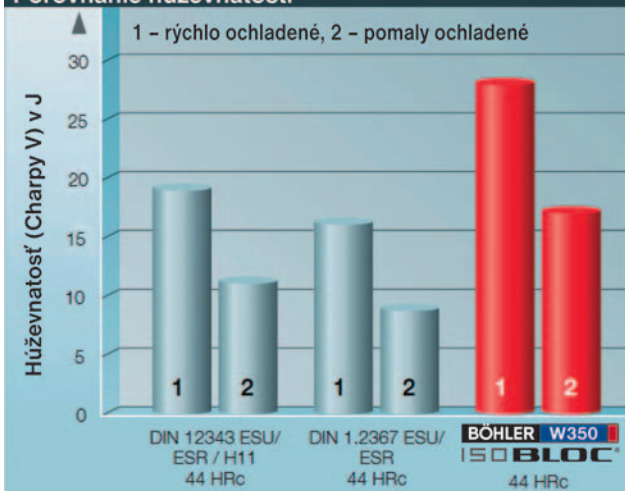
KALENIE
1 020 °C (1 010 °C pre veľké nástroje) – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút.**
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vzduch alebo vákuum s následným ochladením plynom.

Odporúčanú kaliacu teplotu je potrebné bezpodmienečne dodržať, aby sme zabránili zhrubnutiu zrna.

Pre dosiahnutie vysokej húževnatosti je veľmi dôležitá rýchlosť ochladzovania z kaliacej teploty, ktorá je závislá od veľkosti nástroja.

Z nižšie uvedeného obrázku vyplýva, že Böhler W350 ISOBLOC disponuje v porovnaní s materiálmi 1.2343 a 1.2367 výrazne vyššou húževnatosťou, nielen pri rýchlom ochladení, ale taktiež aj pri pomalom ochladení z kaliacej teploty.

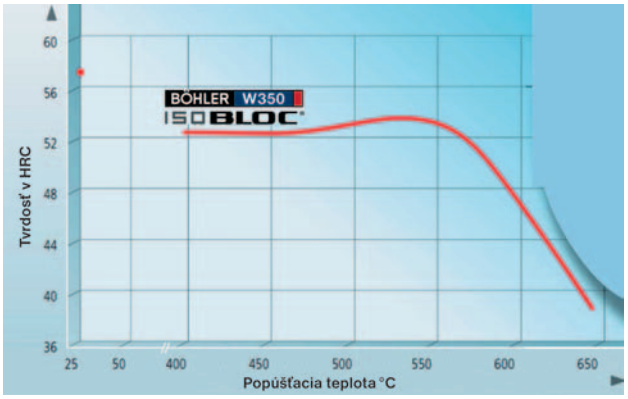
Porovnanie húževnatosti



POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu**

na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**. Ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie pri teplote cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť, popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



OPRAVNÉ ZVÁRANIE

Vo všeobecnosti pri zváraní nástrojových ocelí existuje nebezpečenstvo vzniku trhlín. V prípade, že zváranie je bezpodmienečne nevyhnutné, žiadame dodržiavať smernice výrobcu zvolených zváracích prídavných materiálov.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm							
151,5	182,0	222,0	242,0	262,5	282,5	302,5	323,0

▬ Platne žíhané na mäkko
Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka v mm	Hrúbka v mm							
	300	350	400	450	500	600		
810	▬	▬	▬					
850				▬				
1210					▬	▬		

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

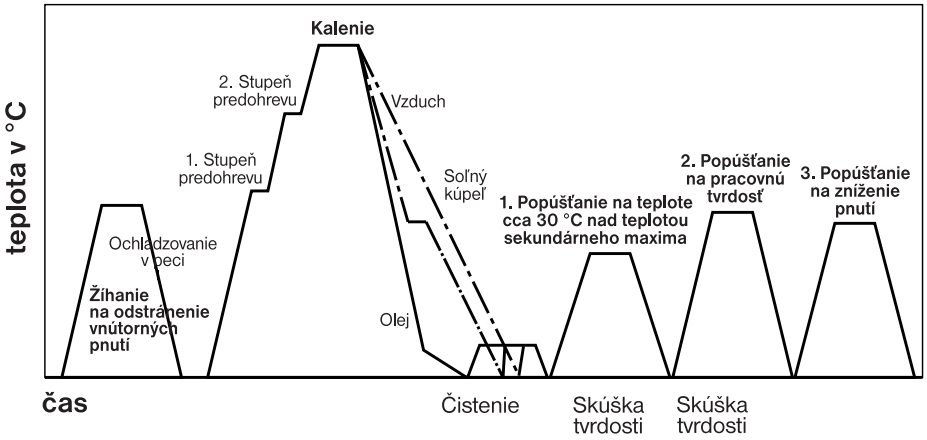
Stav: kalený a popustený

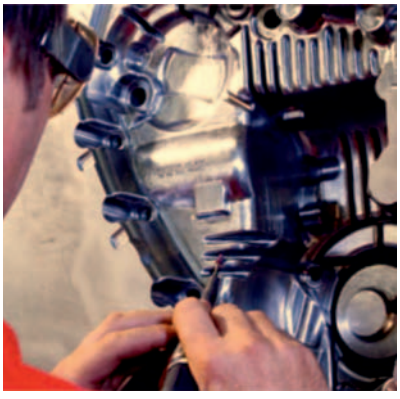
Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,80	kg/dm³
Tepelná vodivosť	28,9	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	455,0	J/(kg.K)
Modul pružnosti	214,3 x 10³	N/mm²

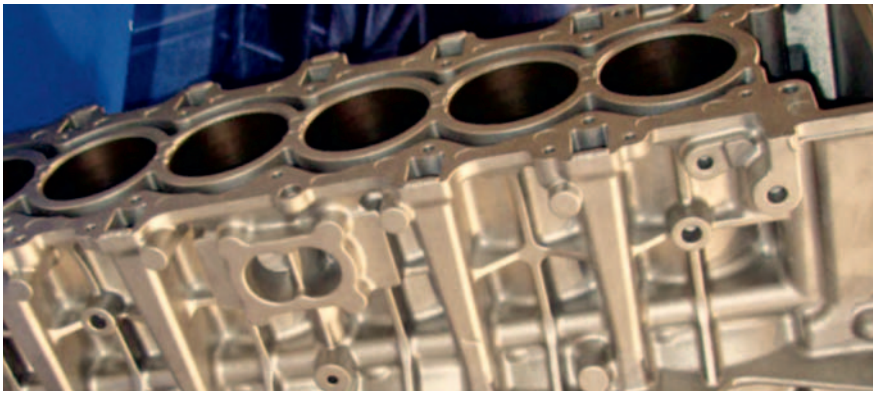
Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,45	11,95	12,34	12,69	13,04	13,31

Teplota [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	29,8	30,9	31,0	30,7	30,3	29,7

Schéma tepelného spracovania Böhler W350 ISOBLOC







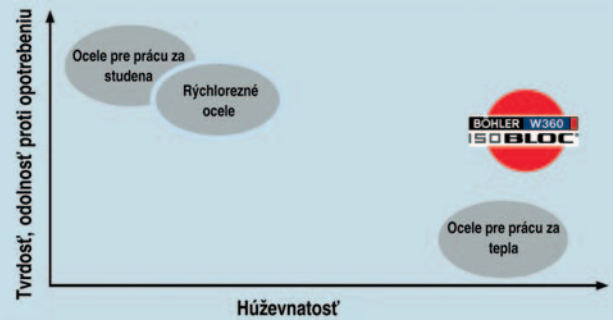
Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,50	0,20	0,25	4,50	3,00	0,55			
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ pre prácu za tepla vyznačujúca sa vysokou tvrdosťou (dosiahnuteľná tvrdosť 52 až 57 HRC), excelentnou húževnatosťou, vysokou odolnosťou proti popúšťaniu, dobrou tepelnou vodivosťou a homogénnou mikroštruktúrou. Je chladiteľná vodou. Böhler W360 ISOBLOC bola vyvinutá ako nástrojová oceľ pre matrice a razníky pre tvárnenie za tepla prípadne za poloohrevu a je možné ju použiť všade, kde sa žiada kombinácia vysokej tvrdosti a dobrej húževnatosti.

UMIESTNENIE PRODUKTU

Böhler W360 ISOBLOC je trhom vyžiadaný materiál, ktorý spája prednosti vysokej tvrdosti rýchlorezných ocelí a veľmi dobrú húževnatosť ocelí pre prácu za tepla. Má mechanické vlastnosti, ktoré výrazne predlžujú životnosť nástrojov.

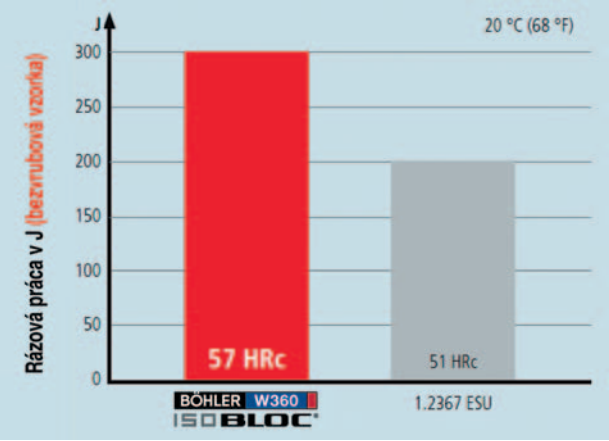


Priaznivá kombinácia mechanických vlastností, ktorá výrazne predlžuje životnosť nástrojov, sa dosahuje vďaka výrobnej technológii elektrotroskového pretavovania.

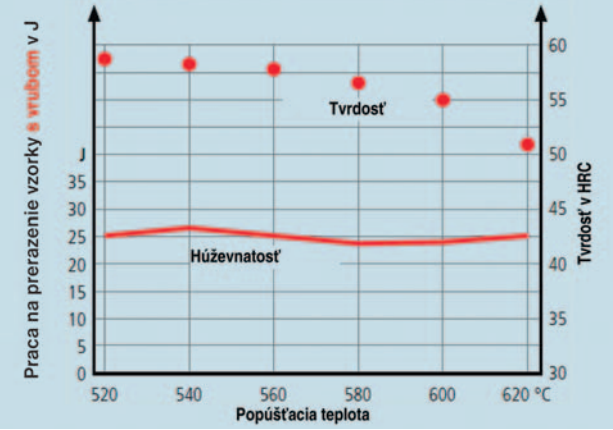
HÚŽEVNATOSŤ

Je pre ocele pre prácu za tepla najdôležitejšou vlastnosťou pre odolnosť proti vzniku napäťových trhlín, vyššej schopnosti proti vzniku únavových trhlín a tepelným šokom. Obvykle sa spája s vysokou tvrdosťou nižšia húževnatosť. Böhler W360 ISOBLOC nie je tento prípad.

Rázová práca (bezvrubová vzorka)



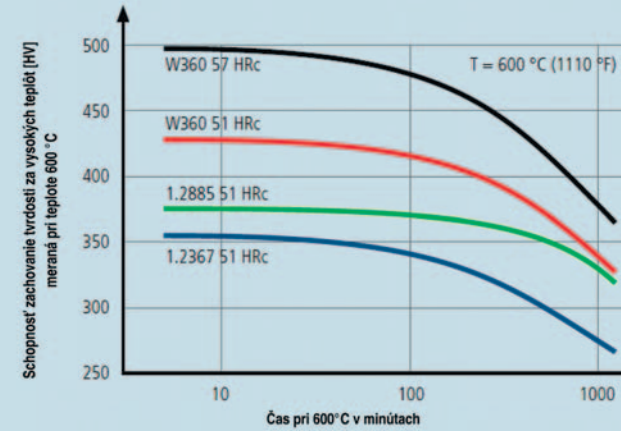
Böhler W360 ISOBLOC má v porovnaní s 1.2367 ESU pri vyššej tvrdosti značne vyššiu húževnatosť.



Z porovnania húževnatosti vzoriek tepelne spracovaných pri rôznych popúšťacích teplotách a teda dosahujúce rôzne hodnoty tvrdosti možno vidieť, že húževnatosť Böhler W360 ISOBLOC pre tvrdosti 51 až 57 HRC je takmer konštantná.

ZACHOVANIE TVRDOSTI PRI ZVÝŠENÝCH TEPLOTÁCH

Popri mimoriadnom potenciáli húževnatosti Böhler W360 ISOBLOC vykazuje predovšetkým aj vysokú tepelnú odolnosť. Toto sa odzrkadľuje nielen vo vysokej hladine dosahovaných hodnôt tvrdostí, ale aj v ich stabilite pri opakovanom tepelnom namáhaní. Tieto kombinované materiálové vlastnosti zabezpečujú vysokú odolnosť ocele proti tepelnej únave a celkovému poškodeniu.



Böhler W360 ISOBLOC pri 51 HRC v porovnaní s materiálmi 1.2885 a 1.2367 si najlepšie zachováva tvrdosť pri vyšších teplotách. Pri zvýšení tvrdosti Böhler W360 ISOBLOC na 57 HRC sa získa ďalšie dodatočné zlepšenie zachovania tvrdosti pri zvýšených teplotách.

POUŽITIE

Matrice a razníky (časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky) pre tvárnenie za tepla a poloohrevu, nástroje pre kovacie stroje s vysokou kadenciou. Nástroje a komponenty pre oblasť práce za studena s požiadavkou vysokej húževnatosti. Jadrá a vyhadzovače pre formy pre tlakové liatie. Špecifické aplikácie v oblasti spracovania plastov.

Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–900 °C

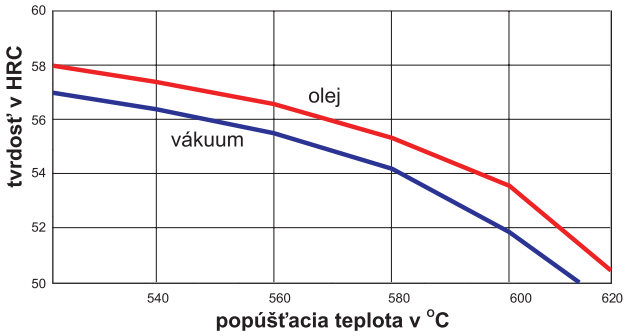
ŽÍHANIE NA MÄKKO
750 až 800 °C, výdrž 6 až 8 hodín
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 až 700 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
1 050 °C/olej, soľný kúpeľ **(500 až 550 °C)**
vzduch, kalenie vo vákuu s prudkým ochladením plynom.
Výdrž po kompletnom prehriatí 15 až 30 minút.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení / doba zotrvania v peci 1 hodinu na 20 mm hrúbky materiálu, najmenej však 2 hodiny / ochladzovanie na vzduchu.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Stav: kalený a popustený

Fyzikálna vlastnosť	20 °C	Jednotka
Hustota	7,6	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,59	Ohm.mm²/m

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10^{-6} m/m.K]	11,1	11,5	11,9	12,3	12,8	13,2	13,6

Teplota [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	31,5	32,3	32,6	32,5	31,9

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

13,5	20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,0	50,8	60,8
71,0	81,0	91,0	101,5	111,5	121,5	131,5	141,5	151,5
162,0	172,0	182,0	192,0	202,0	212,0	222,0	232,0	252,5
262,0	282,0	306,0	323,0	356,0	433,0	483,0		

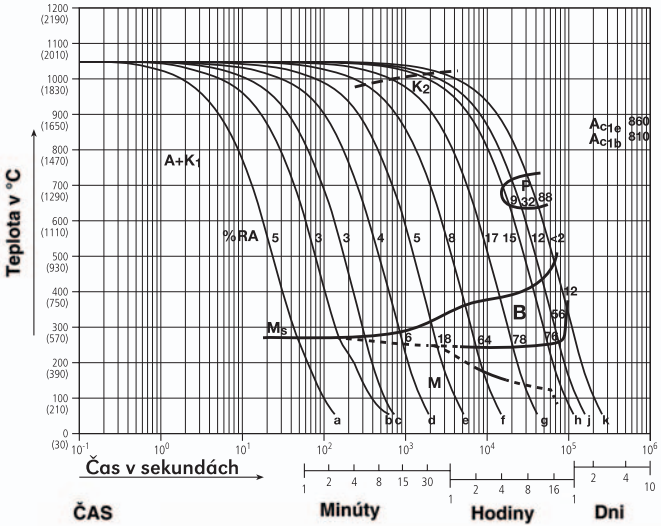
▬ Platne žíhané na mäkko, ALLPLAN
Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka v mm	Hrúbka v mm							
	202	303						
403	▬							
603		▬						

ARA DIAGRAM PRE KONTINUÁLNE OCHLADZOVANIE

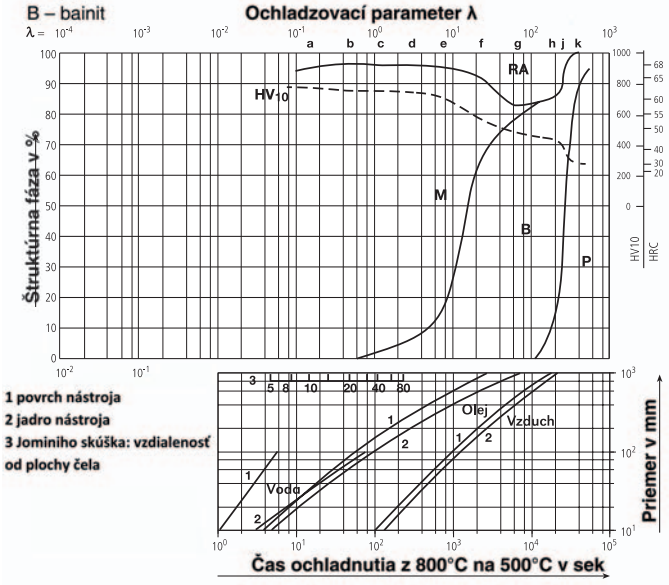
Teplota austenitizácie: 1050°C
Doba výdrže: 30 minút
5.....100 fázový podiel v %
λ = 0,15...400 ochladzovací parameter,
t.j. čas ochladenia z teploty 800 na 500°C v sekundách x 10^{-2}

Vzorka	λ	HV_{10}
a	0,15	785
b	0,5	760
c	1,1	762
d	3	754
e	8	724
f	23	582
g	65	498
h	180	453
j	250	415
k	400	294



KVANTITATÍVNY FÁZOVÝ DIAGRAM

$K_{1,2}$ – karbidy
RA – zvyškový austenit
A – austenit
M – martenzit
P – perlit
B – bainit



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,38	0,20	0,30	5,00	1,30	0,50			
Normy	DIN / EN ~1.2343, ~X37CrMoV5–1, AISI ~H11								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

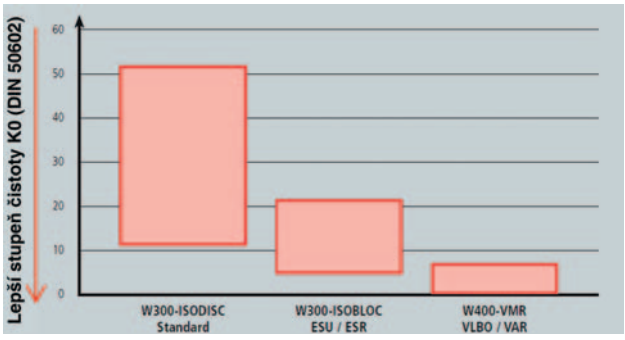
Vďaka vyváženej kombinácii chemického zloženia a postupu výroby vákuovou metalurgiou BÖHLER W400 VMR dosahuje optimálne materiálové vlastnosti:

- priaznivá mikro- a makroštruktúra s najmenším obsahom vycedenín a mikronečistôt
- najnižšší obsah plynov
- najnižšší obsah nežiadúcich stopových prvkov
- excelentná homogenita a izotropia
- najlepší stupeň čistoty
- najvyššia húževnatosť
- najlepšia leštiteľnosť
- najlepšia tepelná vodivosť
- naväčšia rozmerová stálosť pri tepelnom spracovaní
- dobrá obrobiteľnosť
- vyššia pracovná tvrdosť pre dlhšiu životnosť nástroja (menšie opotrebenie pri zvýšených teplotách, vyššia pevnosť pri zvýšených teplotách)

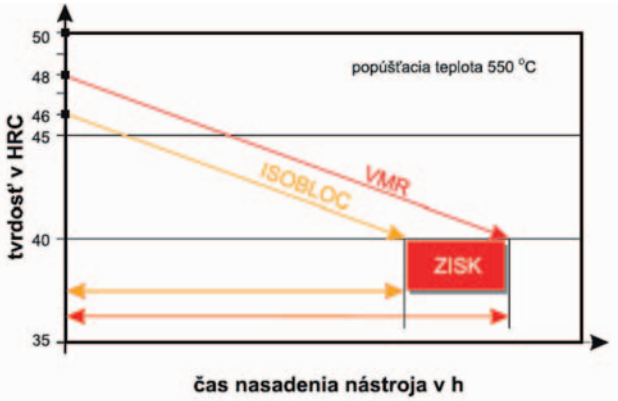
Porovnanie rôznych výrobných kvalít štandardnej, ISOBLOC a VMR ukazuje, že oceľ pre prácu za tepla s vysokou homogenitou a izotropiou vlastností a mikročistotou disponuje tiež vysokou húževnatosťou.

Skúšané vzorky bez vrubu, 7 x 10 x 55 mm, tepelne spracované na 45±2 HRC podľa normy STAHL-EISEN SEP 1314. Böhler W400 má vo všetkých odobratých vzorkách z bloku 810 x 365 x 3000 mm prípadne 710 x 450 x 3000 mm húževnatosť.

Stupeň čistoty



Prehľad dosiahnuteľného stupňa čistoty v závislosti na materiálovej kvalite a technológii výroby ukazuje, že Böhler W400 VMR dosahuje také hodnoty stupňa čistoty, ktoré sú vyžadované obvykle len pre letecký a raketový priemysel. Podľa DIN 50602/K0 materiál Böhler W300 ISODISC dosahuje hodnoty čistoty od 10, v prevedení ISOBLOCK hodnoty od 5 a Böhler W400 VMR dosahuje hodnoty čistoty max. 5.



Obr. Porovnanie životnosti nástrojov ocelí ISOBLOC (oceľ elektrotroskovo pretavovaná) a VMR (oceľ vyrobená vákuovou metalurgiou).

POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ľahkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pre pretláčanie kovových rúr a pretláčanie kovov, nástroje na pretláčanie za tepla, nástroje na výrobu dutých telies. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie, piesty, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla, nástroje pre spracovanie plastov.
Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800 až 850 °C,
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C.** Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE

980 °C až 990 °C – stupňovitý ohrev

Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.

Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vzduch alebo vákuum s prudkým ochladením plynom.

K zabráneniu zhrubnutia zrna je bezpodmienečne nutné dodržať odporúčané kaliace teploty 980–990 °C.

Vysoká húževnatosť ocele BÖHLER W 400 VMR zároveň umožňuje zdvihnúť pracovné tvrdosti (o 1 až 2 HRC), tým sa spomaľuje tvorba únavových trhlín a predlžuje životnosť nástroja.

POPÚŠŤANIE

Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.

Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm hrúbky**, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.

1. popúšťanie cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti,

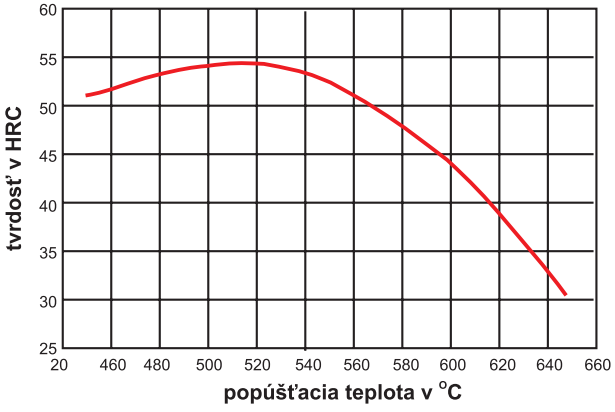
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,

3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 990 °C

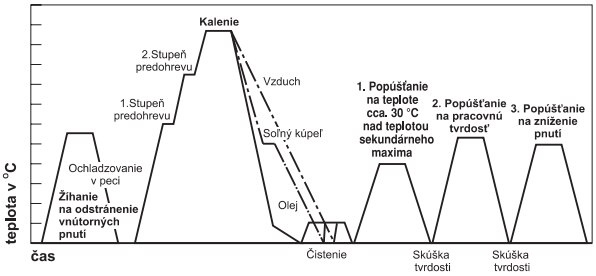
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



NITRIDOVANIE

Nitridovanie je možné v kúpeli, v plazme aj v plyne.

Schéma tepelného spracovania



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm								
172,0	202,0	232,0	242,0	262,0	282,0	302,5	323,0	363,0
433,0								

▬ Platne žíhané na mäkko ALLPLAN Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov.				
Hrúbka v mm	300,0	350,0	400,0	450,0

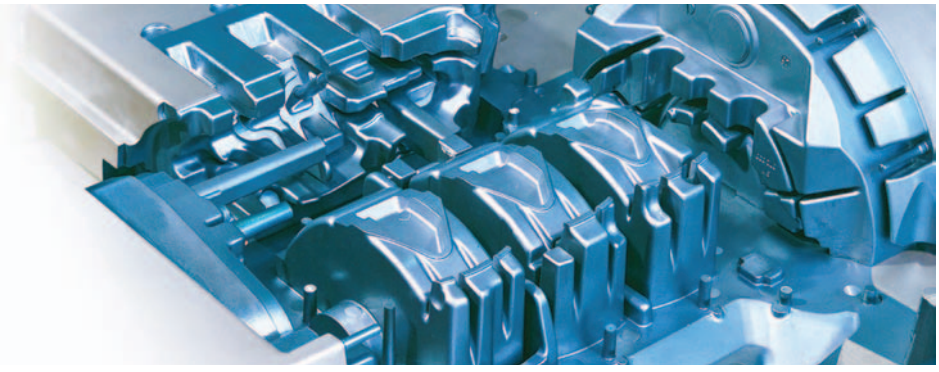
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Stav: kalený a popustený

Fyzikálna vlastnosť	**20 °C**	**500 °C**	**600 °C**	**Jednotka**
Hustota	7,80	7,64	7,60	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,52	0,86	0,96	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215 x 10³	176 x 10³	165 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**
Tepelná rozťažnosť [10^{-6} m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,9	13,0	13,2

Teplota [°C]	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**	**700**
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	32,1	32,6	32,8	32,6	32,1	30,5	29,6



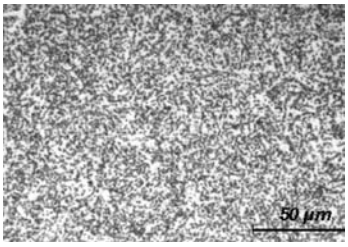
Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V			
Obsah prvkov v %	0,38	0,20	0,25	5,00	2,80	0,65			
Normy	DIN / EN ~1.2367, ~X38CrMoV5–3, AISI –, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

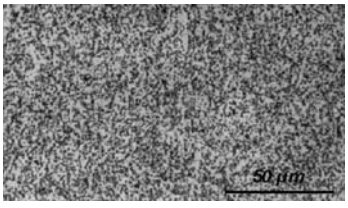
Vďaka vyváženej kombinácii chemického zloženia a postupu výroby vákuovou metalurgiou, dosahuje BÖHLER W 403 VMR optimálne materiálové vlastnosti:

- priaznivá mikro a makroštruktúra s najnižším obsahom vycedenín a mikronečistôt,
- najnižšší obsah plynov
- najnižšší obsah nežiadúcich stopových prvkov
- excelentná homogenita a izotropia
- najlepší stupeň čistoty
- najvyššia húževnatosť
- najlepšia leštiteľnosť
- najlepšia tepelná vodivosť
- naväčšia rozmerová stálosť pri tepelnom spracovaní
- dobrá obrobiteľnosť
- vyššia pracovná tvrdosť pre dlhšiu životnosť nástroja (menšie opotrebenie pri zvýšených teplotách, vyššia pevnosť pri zvýšených teplotách).

Böhler W403 VMR bola podrobená hodnoteniu štruktúry a mikrohomogenity podľa skúšobného predpisu pre ocele pre prácu za tepla podľa noriem SEP 1614 (09.1996), NADCA.
Štruktúra Böhler W403 VMR v stave žíhanom na mäkko zodpovedá hodnotiacim stupňom GA1 až GA5, GB1 až GB4 a GC1 až GC2.
Z pohľadu mikrohomogenity štruktúra Böhler W403 VMR zodpovedá prémiovým stupňom SA1, SA2 a SA3.

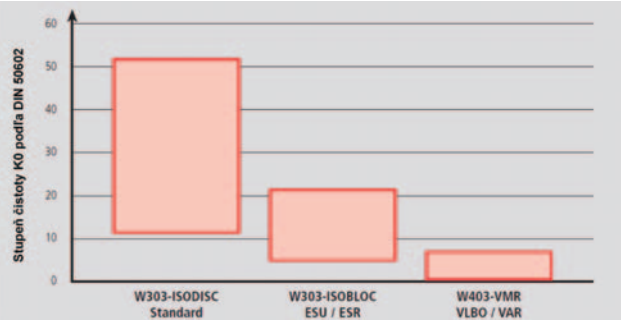


Štruktúra po žíhaní na mäkko – štandardná kvalita



Štruktúra po žíhaní na mäkko – VMR (VLBO) kvalita

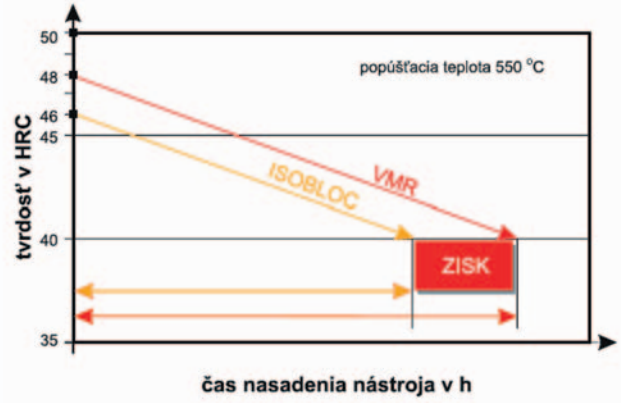
Obr. Porovnanie stupňa čistoty ocele 1.2367 vyrobenej rôznymi metalurgickými postupmi



Čistota štruktúry a teda použitý proces výroby má priamy vplyv na vlastnosti ocele a tým životnosť nástroja.

Obr. Porovnanie húževnatosti ocelí vyrobených rôznymi metalurgickými postupmi

Obr. Porovnanie životnosti nástrojov ocelí ISOBLOC (oceľ elektrotroskovo pretavovaná) a VMR (oceľ vyrobená vákuovou metalurgiou).



POUŽITIE

Vysokonamáhané nástroje pre prácu za tepla, hlavne pre spracovanie zliatin ľahkých kovov, ako napr. lisovacie tŕne, lisovacie matrice, zásobníky pre pretláčanie kovových rúr a pretláčanie kovov, nástroje na pretláčanie za tepla, nástroje na výrobu dutých telies. Nástroje na výrobu skrutiek, matíc, nitov, čapov. Nástroje pre tlakové liatie, piesty, časti lisovacích zápustiek, zápustkové vložky, nože nožníc pre strihanie za tepla, nástroje pre spracovanie plastov.
Orientačné tvrdosti pre rôzne nástroje a komponenty pre pretláčanie za tepla ľahkých, ťažkých kovov a ocelí ako aj nástroje pre kovanie pod bucharom, lisom a nástroje pre kovanie za poloohrevu sú uvedené na začiatku kapitoly ocelí pre prácu za tepla.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800 až 850 °C,
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
600 až 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
1 020 °C až 1 030 °C – stupňovitý ohrev
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie olej, soľný kúpeľ (500 až 550 °C), vzduch alebo vákuum s prudkým ochladením plynom.

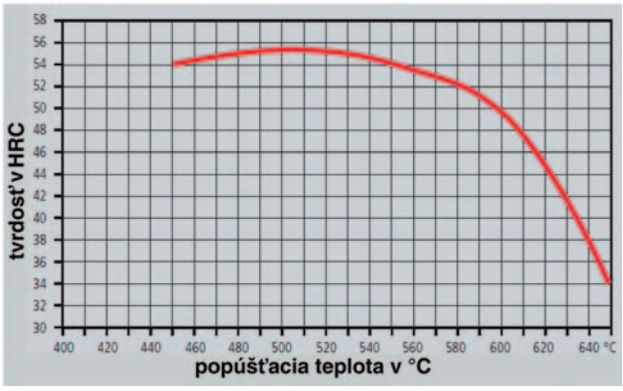
K zabráneniu zhrubnutia zrna je bezpodmienečne nutné dodržať odporúčané kaliace teploty 1 020–1 030 °C.

Vysoká húževnatosť ocele BÖHLER W 403 VMR zároveň umožňuje zdvihnuť pracovné tvrdosti (o 1 až 2 HRC), tým sa spomaľuje tvorba únavových trhlín a predlžuje životnosť nástroja.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.
Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.
1. popúšťanie cca. **30 °C** nad teplotou maxima sekundárnej tvrdosti,
2. popúšťanie na pracovnú tvrdosť – popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu,
3. popúšťanie na zníženie pnutí pri teplote **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota 1025°C
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



NITRIDOVANIE

Nitridovanie je možné v kúpeli, v plazme aj v plyne.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm					
81,0	101,5	121,5	172,0	280,0	376,0

▬ Platne žíhané na mäkko ALLPLAN Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov.			
Hrúbka v mm	300,0	350,0	400,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Stav: kalený a popustený

Fyzikálna vlastnosť	20 °C	500 °C	600 °C	Jednotka
Hustota	7,85	7,69	7,65	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,50	0,84	0,94	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Modul pružnosti	215 x 10³	176 x 10³	165 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20°C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10^{-6} m/m.K]	11,5	12,0	12,2	12,5	12,9	13,0

Teplota [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	28,4	29,7	30,2	30,1	30,0	29,7

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V		
Obsah prvkov v %	0,55	0,25	0,75	1,1	0,5	1,7	0,1		
Normy	DIN / EN < 1.2714 >, 56NiCrMoV7, AISI ~ L6, STN 19 663								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 248 HB**								

CHARAKTERISTIKA

V oleji a na vzduchu kaliteľná nástrojová oceľ pre prácu za tepla s výbornou húževnatosťou a prekaliteľnosťou.

POUŽITIE

Na zápustky veľkých rozmerov, náradie na lisovanie rúr a polotovarov, nože nožníc pre prácu za tepla, pracovné časti zápustiek, ohýbacie a raziace nástroje, formy na vstrekovanie plastov.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 100–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
650 až 700 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 650 °C
Doba výdrže po prehriati v celom priereze **1 až 2 hodiny** (v neutrálnej atmosfére).
Pomalé ochladzovanie v peci.
K uvoľneniu napätí zapríčinených rozsiahlym opracovaním alebo pre zložité tvary nástrojov.

KALENIE
830 °C až 870 °C / olej
870 °C až 900 °C / vzduch, plyn
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení, popúšťať minimálne dvakrát a tretie popúšťanie na zníženie pnutí.
Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**, ochladzovanie na vzduchu.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

kalenie: 850°C/olej
kalenie: 880°C/vzduch
Priečny odber vzorky - priemer 60 mm.

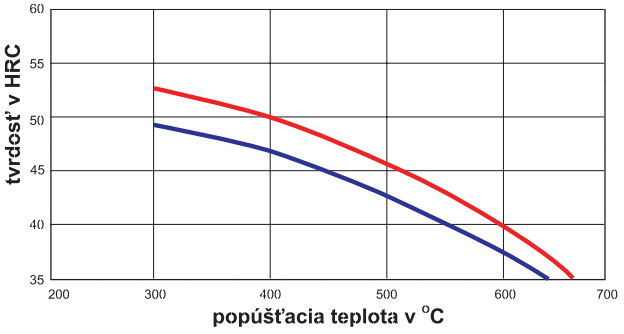
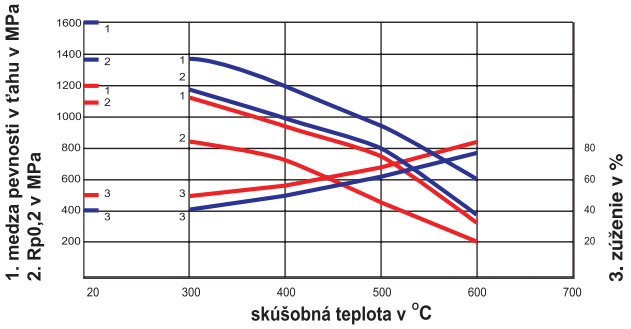


Diagram pevnosti pri zvýšených teplotách

zušľachtené na 1600 MPa
zušľachtené na 1200 MPa



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, predhrubované IBO ECOMAX, mm

20,5	26	31	36	41	46	51	56	61
66	71	76	81	86	91	96	101	106
111	121	131	141	151	162	172	182	192
202	212	222	232	242	252	262	272	282
292	303	313	323	333	336	353	363	373
383	393	403	413	423	433	453	463	483
503	513	523	543	553	563	583	603	663
703	753	803	853	907				

▬ Platne, žíhané na mäkko, Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka v mm	Hrúbka v mm							
1010 2000	20	30	40	50	60	70	80	90
	100	110	120	130	140	150	160	170
	180	190	200	225	240	250	260	300
	350	400						

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

stav: zošľachtený

Fyzikálna vlastnosť pri teplote	20 °C	500 °C	600 °C	Jednotka
Hustota	7,80	7,64	7,60	kg/dm³
Merný elektrický odpor	0,3	0,71	0,84	Ohm.mm²/ m
Merná tepelná kapacita	460	550	590	J/(kg.K)
Tepelná vodivosť	36,0	36,8	36,0	W/(m.K)
Modul pružnosti	215x10³	176x10³	165x10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná roztažnosť [10⁻⁶m/m.K]	12,5	13,1	13,4	13,9	14,0	14,3	14,5

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Mo	Ni	Co	Ti	Al
Obsah prvkov v %	max. 0,005	max. 0,05	max. 0,10	5,00	18,50	9,00	0,70	0,10
Normy	DIN / EN < 1.6354 >, ~1.2709, ~X3NiCoMoTi18-9-5							
Stav pri dodaní	žíhané rozpúšťacím žíhaním cca. **32 HRC**							

CHARAKTERISTIKA

Ultravysokopevná martenziticky vytvrditeľná oceľ (oceľ typu Maraging), ktorá v porovnaní s klasicky kaliteľnými oceľami (s relatívne vysokým obsahom uhlíka) nedosahuje svoje pevnostné vlastnosti získanou štruktúrou po kalení, avšak vylúčením intermediálnych fáz na báze niklu zo základného materiálu takmer bez uhlíka. Z toho vyplýva vysoká pevnosť v ťahu, vysoká medza klzu, dobrá húževnatosť aj pri nízkych teplotách, vysoká vrubová húževnatosť a vysoká odolnosť proti tvorbe tepelných trhlín. Materiál má takmer nulovú zmenu rozmerov pri tepelnom spracovaní bez zabezpečenia oduhličenia, umožňuje vytvrdenie aj veľkých rozmerov, pričom umožňuje trieskové opracovanie aj vo vytvrdenom stave. Je vhodný na nitridovanie.

POUŽITIE

BÖHLER W720 VMR je všestranne použiteľná oceľ pre rôzne aplikácie, či už ako konštrukčná oceľ alebo nástrojová oceľ, pre prácu za studena aj za tepla. Umožňuje dlhodobé namáhanie až do 450 °C. Je vhodná pre vysokonamáhané dielce pre letecký priemysel a raketovú techniku, tlakové nádoby, ozubené kolesá (nitridované), skrutky, presné súčiastky, nástroje pre hydrostatické lisovanie, pretláčacie nástroje za studena, ubíjacie nástroje, razidlá, taktiež formy na plasty, nástroje pre tlakové odlievanie zliatin na báze hliníka a zinku, pretláčacie nástroje za tepla ako sú napr. pútnicke tŕne.

Mechanické vlastnosti (skúšané na pozdĺžne odobratých vzorkách z polotovaru s max. priemerom 100 mm)		Stav		
		Žíhané rozpúšťacím žíhaním	Vytvrdené 430°C / 3 h / vzduch	Vytvrdené 480°C / 3 h / vzduch
Medza pevnosti v ťahu v MPa		980 - 1130	1 720 - 1 870	1 860 - 2 260
Zmluvná medza klzu Rp0,2 v MPa		min. 650	min. 1620	min. 1 815
Ťažnosť A_5 [%]		min. 10	min. 8	min. 6
Zúženie [%]		min. 60	min. 45	min. 40
Tvrdosť (orientačná hodnota) v HRC		32	51	55
Práca potrebná na zlomenie skúšobnej vzorky s vrubom (DVM), [J]		min. 48	min. 24	min. 21
Zmluvná medza klzu Rp0,2 pri zvýšených teplotách [MPa]	100°C	-	min. 1 520	min. 1 765
	200°C		min. 1 420	min. 1 670
	300°C		min. 1 325	min. 1 570
	400°C		min. 1 180	min. 1 275
	500°C		min. 930	min. 980

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 150–820 °C
Rozpúšťacie žíhanie	820 °C / 1 hod / vzduch
Starnutie za tepla	430 °C / 3 hod / vzduch (1 720–1 870 MPa) 480 °C / 3 hod / vzduch (1 860–2 260 MPa)
Podrobné informácie o tepelnom sprac. v materiálovom liste.	

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané rozpúšťacím žíhaním, predhrubované IBO ECOMAX, mm

14,5	15,5	20,5	25,8	30,8	35,8	40,8	45,8	50,8
60,8	71,0	81,0	91,0	101,5	111,5	121,5		

▬ Platne, žíhané rozpúšťacím žíhaním, tryskané

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	100,0

BÖHLER TOP PRODUKTY POUŽÍVANÉ V OBLASTI OCELÍ PRE FORMY NA PLASTY

MICROCLEAN®	Ocele vyrábané práškovou metalurgiou 3. generácie
ISOPLAST®	Ocele pre formy na plasty v ESU/DESU – kvalite (ESU – Elektrotroskové pretavovanie / DESU – elektrotroskové pretavovanie pod tlakom)
VMR®	Ocele ktoré minimálne v jednom kroku boli tavené alebo pretavované vo vákuu

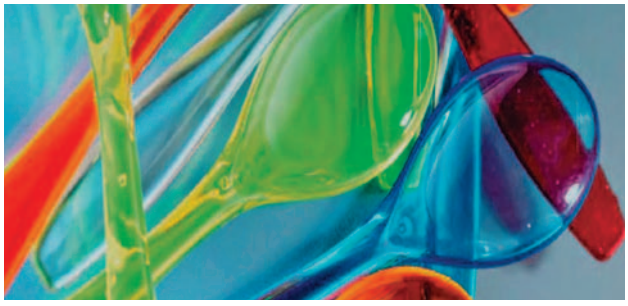
POŽADOVANÉ VLASTNOSTI OCELÍ PRE FORMY NA PLASTY

Požiadavky výrobcov foriem

Požiadavka	Vyplývajúca vlastnosť na oceľ
Hospodárna výroba	Excelentná opracovateľnosť
Najlepšia leštiteľnosť	Najlepší stupeň čistoty
Nekomplikovaný proces výroby	Rovnomerná kvalita ocele
Optimálna dezénovateľnosť	Homogénne vlastnosti materiálu

Požiadavky užívateľov foriem

Požiadavka	Vyplývajúca vlastnosť na oceľ
Dlhá životnosť	Vysoká tvrdosť a odolnosť proti tlakovému namáhaniu pri vysokej húževnatosti
Krátke časy cyklov	Najlepšia tepelná vodivosť
Odolnosť proti koróznym účinkom a tým nižšie náklady na údržbu a opravy	Najlepšia odolnosť proti korózii



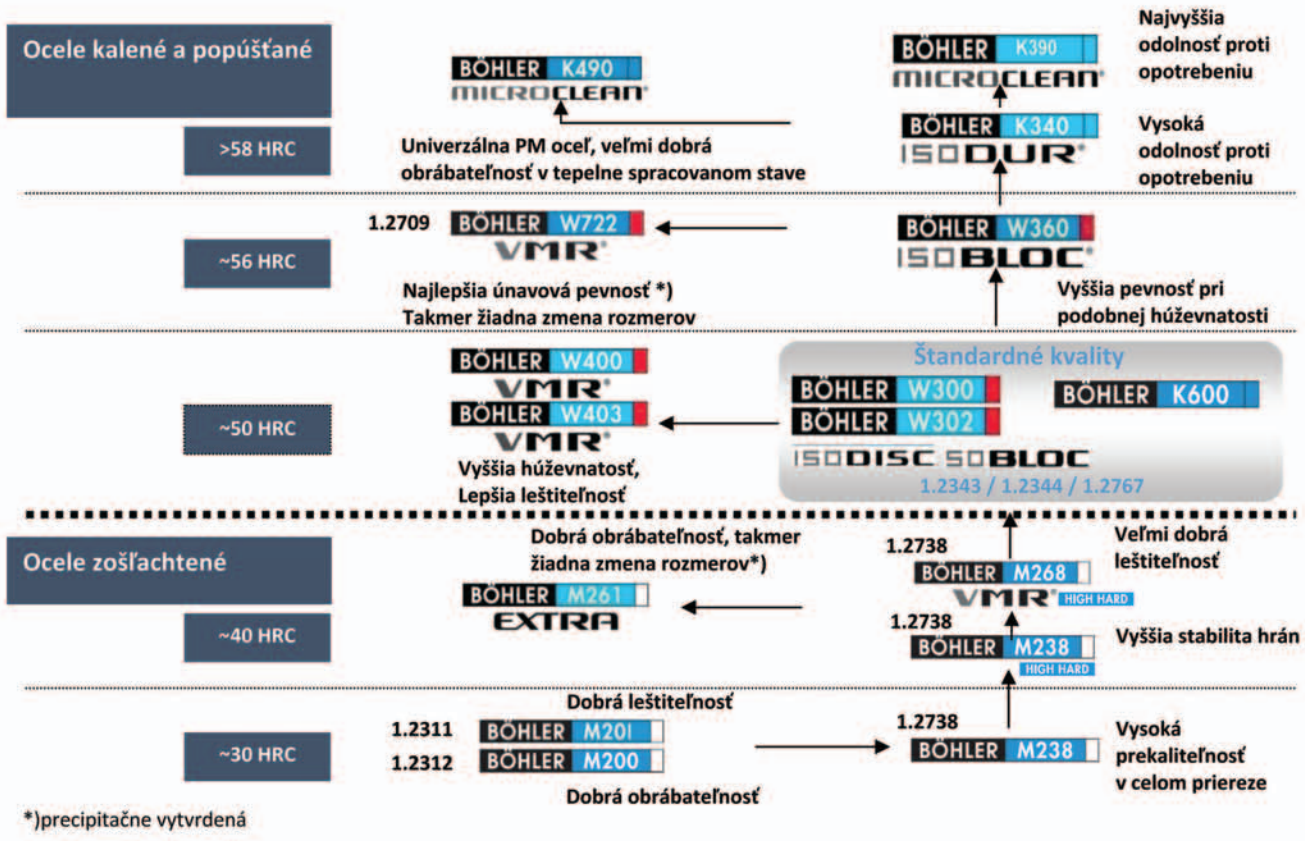
VOĽBA VHODNEJ NÁSTROJOVEJ OCELE PRE FORMY NA PLASTY

Voľba ocele pre formy vzhľadom na rozmanitosť požiadaviek zohľadňujúcich rôzne namáhania sa orientuje na:

- zošľachtené ocele
- ocele odolné proti korózii
- ocele vyrábané práškovou metalurgiou
- cementačné ocele
- kaliteľné ocele

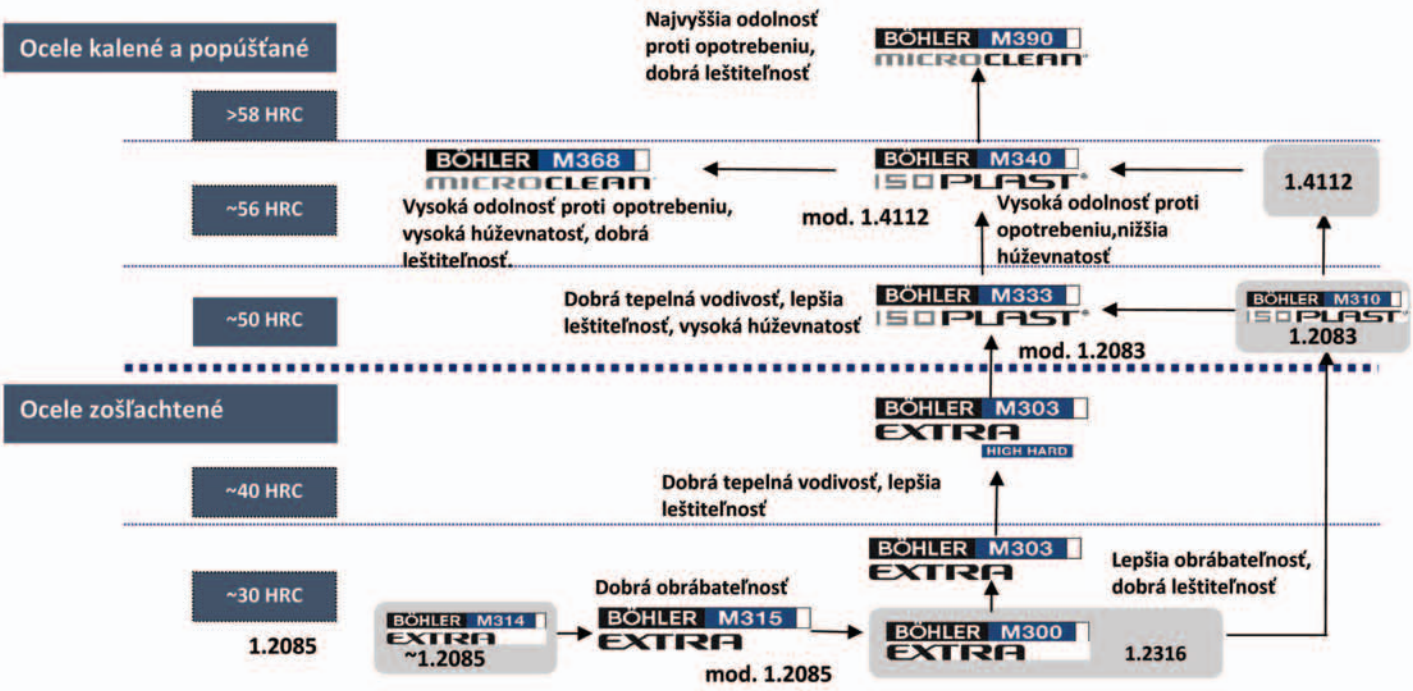
Orientačné schémy pre správny výber Böhler ocelí pre formy na plasty

Nástrojové ocele pre formy na plasty



*)precipitačne vytvrdená

Ocele pre formy na plasty odolné proti korózii



ZOŠĽACHTENÉ OCELE – RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ

Vývoj väčších plastových dielov kladie vysoké požiadavky na tepelné spracovanie foriem. K minimalizácii rizika vzniku možných rozmerových zmien a napäťových trhlín pri kalení sa pre veľkoobjemové formy používajú nástrojové ocele, ktoré sa už dodávajú v zošľachtenom stave. Spravidla sú dodávané zošľachtené na tvrdosť 290 a 400 HB/cca 30 až 43 HRC. Pri týchto tvrdostiach je oceľ ešte dobre opracovateľná a zároveň ponúka vynikajúcu pevnosť a dobrú odolnosť proti opotrebeniu.

Osobitné výhody zošľachtených ocelí sú:

- Úspora nákladov za tepelné spracovanie po opracovaní
- V stave pri dodaní sú použiteľné aj pre veľkorozmerné formy

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť	Obrábateľnosť v stave pri dodaní	Zošľachtiteľnosť	Dezénovateľnosť	Stav pri dodaní
BÖHLER M200	★★	★★	★★	★★★★★	★	★★	V 290–330 HB
BÖHLER M238	★★	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★	V 290–330 HB
BÖHLER M238 HIGH HARD	★★★★	★★★	★★★★	★★	★★★★	★★★★	V cca. 40 HRC (HIGH HARD)
BÖHLER M268 VMR®	★★★★	★★★★★	★★★★★	★★	★★★★	★★★★★	V cca. 40 HRC (HIGH HARD)
BÖHLER M261 EXTRA	★★★	★★	★★	★★★★	★★★	★★	LA cca. 40 HRC

V – zošľachtený t.j. kalený a vysokoteplotne popustený za účelom dosiahnutia dobrých mechanických vlastností ocelí
LA – rozpúšťačne žíhaný a precipitačne vytvrdený

OCELE ODOLNÉ PROTI KORÓZII – RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ

Spracovanie plastov s chemicky agresívnymi prípadne abrazívnymi prísadami si vyžaduje kaliteľné ocele odolné proti korózii. Táto skupina ocelí sa delí na dva typy:
Kaliteľné ocele – dodávajú sa v stave po žíhaní na mäkko a po opracovaní sa bežne kalia na tvrdosť viac ako 50 HRC.
Zošľachtené ocele – dodávajú a používajú sa v zošľachtenom stave s tvrdosťou od cca. 30 HRC. Tvrdosť predstavuje optimálny kompromis medzi obrábateľnosťou a odolnosťou proti opotrebeniu. V špeciálnych prípadoch môže byť použitá aj vyššia tvrdosť.

BÖHLER označenie	Odolnosť proti korózii	Odolnosť proti opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť	Obrábateľnosť v stave pri dodaní	Stav pri dodaní
Kaliteľné ocele odolné proti korózii *						
BÖHLER M310 ISOPLAST®	★★	★★	★★	★★★	★★★★	W max. 225 HB
BÖHLER M333 ISOPLAST®	★★★	★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	W max. 220 HB
BÖHLER M340 ISOPLAST®	★★★★	★★★	★★	★★	★★★	W max. 260 HB
BÖHLER M368 MICROCLEAN®	★★★★	★★★	★★★	★★★★	★★★	W max. 260 HB
BÖHLER M390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★★	★★	★★★	★	W max. 280 HB
BÖHLER N685 EXTRA	★	★★★★	★	★	★★	W max. 265 HB

W – žíhaný na mäkko

BÖHLER označenie	Odolnosť proti korózii	Odolnosť proti opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť	Obrábateľnosť v stave pri dodaní	Stav pri dodaní
Zošľachtené ocele odolné proti korózii *						
BÖHLER M303 EXTRA	★★★★	★★★	★★★★	★★★★	★★★	V cca. 1000 N/mm²
BÖHLER M303 EXTRA HIGH HARD	★★★	★★★★	★★★	★★★★★	★★	V cca. 40 HRC
BÖHLER M314 EXTRA	★★	★★	★★	★★★	★★★★	V cca. 1000 N/mm²
BÖHLER M315 EXTRA	★★	★★	★★	★★	★★★★★	V cca. 1000 N/mm²
BÖHLER N700 ISO EXTRA®	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★	★★	V cca. 1150 N/mm²

V – zošľachtený

CEMENTAČNÉ OCELE – RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť	Obrábateľnosť v stave pri dodaní	Stav pri dodaní
BÖHLER M100	★★★	★★★	★★★★	★★★★	W max. 205 HB
BÖHLER M130	★★★	★★★★	★★★★	★★★	W max. 250 HB

W – žíhaný na mäkko

OCELE VYRÁBANÉ PRÁŠKOVOU METALURGIOU – RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ

Ocele vyrábané práškovou metalurgiou nachádzajú uplatnenie tam, kde je dôležitá vysoká tvrdosť a odolnosť proti opotrebeniu a tým vysoká životnosť formy. Oblasť použitia nachádzajú tieto ocele hlavne pre šneky (závitovky) vstrekovacích lisov a zátky proti spätnému toku a formy pre spracovanie plastov s obsahom sklených vlákien. Špeciálne PM ocele, ktoré boli vyvinuté pre spracovanie plastov sú Böhler M368 MICROCLEAN a M390 MICROCLEAN, ktoré sú zároveň odolné proti korózii.

Osobité výhody: Vysoká tvrdosť a odolnosť proti tlakovému zaťaženiu, dobrá rozmerová stabilita pri tepelnom spracovaní
Vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebeniu

BÖHLER označenie	Odolnosť proti korózii	Odolnosť proti opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť	Obrábateľnosť v stave pri dodaní	Stav pri dodaní
BÖHLER M368 MICROCLEAN®	★★★★	★★	★★★★★	★★★★★	★★★	W max. 260 HB
BÖHLER M390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★★★	★★★	★★★★	★★	W max. 280 HB
BÖHLER K390 MICROCLEAN®	neaplikovateľný	★★★★★	★★★★	★★★★	★★	W max. 280 HB

W – žíhaný na mäkko

LEGOVANÉ NÁSTROJOVÉ OCELE – RELATÍVNE POROVNANIE VLASTNOSTÍ

Na základe špecifických vlastností týchto ocelí je možné ich nasadenie tam, kde nie je požadovaná odolnosť proti korózii.

BÖHLER označenie	Odolnosť proti opotrebovaniu	Húževnatosť	Leštiteľnosť	Obrábateľnosť v stave pri dodaní	Stav pri dodaní
BÖHLER K110	★★★★	★	★	★★	W max. 250 HB
BÖHLER K340 ISODUR®	★★★★	★★	★★	★★★	W max. 235 HB
BÖHLER K360 ISODUR®	★★★★	★★	★★	★★★	W max. 250 HB
BÖHLER K390 MICROCLEAN®	★★★★★	★★	★★★	★	W max. 280 HB
BÖHLER K460	★★★	★★★	★★	★★★★★	W max. 220 HB
BÖHLER K600	★★	★★★★	★★★	★★	W max. 250 HB
BÖHLER W300 ISOBLOC®	★	★★★★	★★★	★★★★★	W max. 205 HB
BÖHLER W302 ISOBLOC®	★★	★★★★	★★★	★★★★★	W max. 205 HB
BÖHLER W360 ISOBLOC®	★★	★★★★	★★★★	★★★★	W max. 205 HB
BÖHLER W400 VMR®	★	★★★★★	★★★★★	★★★★	W max. 205 HB
BÖHLER W403 VMR®	★★	★★★★	★★★★	★★★★	W max. 205 HB

W – žíhaný na mäkko

PRÍKLADY APLIKÁCIÍ OCELÍ PRE FORMY NA PLASTY

Použitie	Špecifické požiadavky	BÖHLER označenie	DIN / EN W.-Nr.	Pracovná pevnosť prípadne tvrdosť
Formy, vložky foriem	Dobrá odolnosť proti korózii, dobrá odolnosť proti opotrebeniu	BÖHLER M303 EXTRA	~ 1.2316	V = cca. 1 000 N/mm²
		BÖHLER M303 EXTRA HIGH HARD	~ 1.2316	V = cca. 40 HRc
		BÖHLER M310 ISOPLAST®	~ 1.2083	H + A = 48 – 52 HRc
	Dobrá odolnosť proti korózii, dobrá odolnosť proti opotrebeniu, vysoká leštiteľnosť	BÖHLER M333 ISOPLAST®	–	H + A = 48 – 51 HRc
	Žiadne tepelné spracovanie, vysoká tvrdosť, veľmi dobrá obrábateľnosť	BÖHLER M261 EXTRA	–	vytvrdená cca. 40 HRc
	Žiadne tepelné spracovanie, dobrá leštiteľnosť, dobrá obrábateľnosť, dobrá dezénovateľnosť (okrem Böhler M200), dobrá pevnosť, vysoká húževnatosť	BÖHLER M200	< 1.2312 >	V = cca. 1 000 N/mm²
		BÖHLER M238	< 1.2738 >	V = cca. 1 000 N/mm²
		BÖHLER M238 HIGH HARD	< 1.2738 >	V = cca. 40 HRc
	Žiadne tepelné spracovanie, najlepšia leštiteľnosť, vyššia tvrdosť, krátky čas cyklu (lepšia tepelná vodivosť)	BÖHLER M268 VMR®	< 1.2738 >	V = cca. 40 HRc

Použitie	Špecifické požiadavky	BÖHLER označenie	DIN / EN W.–NR.	Pracovná pevnosť prípadne tvrdosť
Formy, vložky foriem	Najvyššia húževnatosť, kaliteľná na vzduchu, dobrá pevnosť v tlaku	BÖHLER K600 ISODUR®	< 1.2767 >	H + A = cca. 52 HRc
		BÖHLER W400 VMR®	< 1.2343 >	H + A = cca. 50 HRc V = 1 000 – 1 300 N/mm²
		BÖHLER W403 VMR®	–	H + A = cca. 50 HRc V = 1 000 – 1 300 N/mm²
		BÖHLER W302 ISOBLOC®	< 1.2344 >	H + A = cca. 50 HRc V = 1 000 – 1 300 N/mm²
		BÖHLER W360 ISOBLOC®	–	H + A = cca. 50 – 56 HRc
	Vysoká tvrdosť povrchu, schopnosť vtláčania za studena, vysoká húževnatosť	BÖHLER M100	< 1.2162 >	Pevnosť jadra 1200 – 1500 N/mm²
		BÖHLER M130	< 1.2764 >	Pevnosť jadra 1200 – 1500 N/mm²
Formy, vložky foriem, šneky (závitovky)	Vynikajúca odolnosť proti korózii a veľmi dobrá odolnosť proti abrazívnemu opotrebovaniu, dobrá prekaliteľnosť	BÖHLER M340 ISOPLAST®	–	H + A = 48 – 55 HRc
		BÖHLER M368 MICROCLEAN®	–	H + A = 48 – 55 HRc
	Najvyššia odolnosť proti abrazívnemu opotrebovaniu, dobrá prekaliteľnosť. Dobrá odolnosť proti korózii (okrem K390)	BÖHLER K390 MICROCLEAN®	–	H + A = 58 – 62 HRc
		BÖHLER M390 MICROCLEAN®	–	H + A = 56 – 62 HRc
Rámy foriem	Najlepšia obrábateľnosť, dobrá pevnosť, dobrá odolnosť proti korózii	BÖHLER M314 EXTRA	~ 1.2085	V = cca. 1000 N/mm²
		BÖHLER M315 EXTRA	–	V = cca. 1000 N/mm²
Vložka vstrekovacej formy	Dobrá odolnosť proti opotrebovaniu	BÖHLER K460	< 1.2510 >	H + A = cca. 55 HRc
		BÖHLER W302 ISOBLOC®	< 1.2344 >	V = cca. 1000 N/mm² Tvrdosť povrchu (nitridovaný) 900 HV
		BÖHLER W360 ISOBLOC®		H + A = cca. 50 – 56 HRc
	Najvyššia odolnosť proti opotrebovaniu a korózii	BÖHLER M390 MICROCLEAN®	–	H + A = 53 – 56 HRc
Uzáver proti spätnému toku	Vysoká odolnosť proti opotrebovaniu	BÖHLER K110	< 1.2379 >	H + A = cca. 55 HRc
	Najvyššia odolnosť proti opotrebovaniu, dobrá prekaliteľnosť	BÖHLER K390 MICROCLEAN®	–	H + A = 58 – 62 HRc
		BÖHLER M390 MICROCLEAN®	–	H + A = 58 – 62 HRc
Strediaci krúžok, základové dosky, vodiaca doska pre vyhadzovače, kotevná doska vyhadzovača	Dobrá obrábateľnosť	BÖHLER K945	< 1.1730 >	600 – 700 N/mm²
		BÖHLER M200	< 1.2312 >	V = cca. 1000 N/mm²
		BÖHLER M238	< 1.2738 >	V = cca. 1000 N/mm²
		BÖHLER M238 HIGH HARD	< 1.2738 >	V = cca. 40 HRc
Vodiace stĺpiky		BÖHLER K460	< 1.2510 >	H + A = cca. 60 HRc
Vyhadzovače		BÖHLER W302 ISOBLOC®	< 1.2344 >	V = cca. 1 500 N/mm²
		BÖHLER W360 ISOBLOC®	< 1.2510 >	H + A = cca. 50 – 56HRc

V – zošľachtený t.j. kalený a vysokoteplotne popustený za účelom dosiahnutia dobrých mechanických vlastností
H + A – kalený a popúšťaný pre získanie vysokej tvrdosti

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr					
Obsah prvkov v %	0,20	0,30	1,20	1,10					
Normy	EN / DIN < 1.2162 >, 21MnCr5, AISI ~ 5120, STN 19 487								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 205 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Mn-Cr legovaná cementačná oceľ pre formy na plasty. Oceľ má veľmi dobrú obrábateľnosť a leštiteľnosť, dobré vtláčanie za studena.

POUŽITIE

Formy všetkých veľkostí pre spracovanie plastov.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA MÄKKO
670 až 710 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci.

CEMENTOVANIE
900 °C až 950 °C
Voľba konkrétnej teploty cementovania a cementačného prostredia závisí od požadovaného množstva uhlíka v povrchovej vrstve a hrúbky nauhličenia. Pri cementovaní v prášku môžu byť použité len mierne cementačné prostriedky.

OCHLADZOVANIE PO CEMENTOVANÍ
Olej, soľný kúpeľ (160 °C až 250 °C), ochladzovanie do vody voliť len pri veľkých dielcoch jednoduchého tvaru.

MEDZIŽÍHANIE
630–650 °C – ochladzovanie v peci.

KALENIE
Možné kalenie dvoma spôsobmi:
1. Priame kalenie z procesu cementovania – aby sa predišlo k vzniku vnútorných pnutí je potrebné znížiť teplotu na **810–840 °C** a kaliť z tejto teploty.
2. Po cementovaní nasleduje ochladenie a následné znovuohriatie na kaliacu teplotu **810–840 °C**.

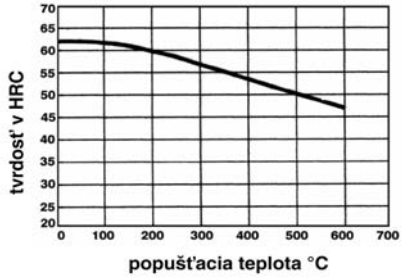
Ochladzovacie prostredie **olej, soľný kúpeľ (160 až 250 °C).**

POPÚŠŤANIE
170–210 °C – ochladzovanie na vzduchu.

DOSIAHNUTEĽNÉ PARAMETRE PO CEMENTAČNOM KALENÍ:
Pevnosť jadra **900–1 200 N/mm²** (pri vzorke s priemerom 30 mm).
Dosiahnuteľná tvrdosť povrchu: **62 HRC.**

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- hodnoty tvrdosti povrchovej vrstvy cementačne kalenej
- kaliaca teplota 820°C
- ochladzovacie prostredie: olej



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	41	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,16	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,1	12,1	12,9	13,5	13,9	14,1

Fyzikálna vlastnosť pri rôznej teplote °C	100	200	300	400	500	600
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	205	195	185	175	165	155

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko, mm

15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
70	75	80	85	90	100	110	120	130	140	150
160	170	180	190	200	220	230	240	250	270	280
300	310	320	340	350	360	400	450	500	550	600

■ Štvorhranné tyče, normalizačne žíhané, mm

30	40	50	60	70	80	100	120			

▬ Ploché tyče, normalizačne žíhané

Hrúbka mm	Šírka v mm																									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	205	225	255	275	305	365	405
	40	100	60	1600	60	1600	80	1600	80	160	100	160	200	1600	200	1600	1600	1600	1600	1600	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
	60	160	80	2000	80	2000	100		100	200	120	200	250	2000	250												
	80	200	100		100		120		120	250	160	250	300		300												
	100	250	120		120		160		160	300	200	400	350		400												
	120	300	160		160		200		200	350	250	450	450		1600												
	160	350	200		200		250		250	400	300	1600	500		2000												
	200	1600	250		250		300		300	1600	350	2000	1600														
	250	2000	300		300		350		350	2000	500		2000														
	300		350		350		400		400		1600																
	350		400		400		450		450		2000																
	1600		450		450		1600		500																		
	2000		500		500		2000		1600																		
			1600		1600				2000																		
			2000		2000																						

Chemické zloženie	C	Si	Mn	S	Cr	Mo			
Obsah prvkov v %	0,40	0,40	1,50	0,080	1,90	0,20			
Normy	EN / DIN < 1.2312 >, 40CrMnMoS8–6, AISI ~P20, STN ~ 19 520								
Stav pri dodaní	Zošľachtená cca. 1 000 N/mm² (cca 300 HB)								

CHARAKTERISTIKA

Oceľ legovaná Cr-Mn-Mo. Obsah síry zaručuje výbornú obrábateľnosť aj v zošľachtenom stave, leštiteľnosť dobrá. Vďaka vysokej schopnosti zošľachtenia materiálu aj pre veľké priemery, zaručuje rovnomernú pevnosť v celom priereze. Oceľ je vhodná pre nitridovanie v soľnom kúpeli aj v plyne a taktiež je možné cementačné kalenie a tvrdochrómovanie.

POUŽITIE

Veľké a stredné formy pre spracovanie plastov. Rámy foriem pre priemysel plastov a priemysel tlakového liatia. Súčiastky a komponenty pre všeobecné strojárstvo. Materiál je dodávaný v zošľachtenom stave s pevnosťou cca. 1 000 N/mm² (cca. 300 HB), teda je spôsobilý na použitie bez **ďalšieho tepelného spracovania.**

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiál je **dodávaný tepelne spracovaný,** preto **ďalšie tepelné spracovanie doporučujeme len vo výnimočných prípadoch**, ak je požadovaná vyššia tvrdosť.

NORMALIZAČNÉ ŽÍHANIE
850 °C až 900 °C/ ochladzovanie na vzduchu.

ŽÍHANIE NA MÄKKO
720 až 740 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca 600 °C . Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.
Tvrdosť po žíhaní na mäkko **max. 230 HB**.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 600 °C
V zošľachtenom stave **cca. 30 až 50 °C** pod popúšťacou teplotou. Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote v neutrálnej atmosfére **1 až 2 hodiny**. Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
840 až 860 °C – stupňovitý ohrev / kalenie v oleji
860 až 880 °C – stupňovitý ohrev / kalenie vzduchom
Výdrž po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.

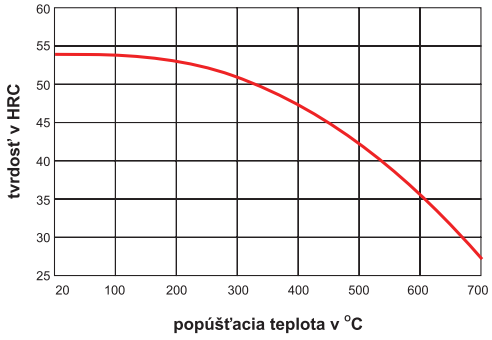
POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Doba výdrže v peci 1 hodina na 20 mm hrúbky popúšťaného nástroja, avšak minimálne 2 hodiny. Ochladzovanie na vzduchu.

OPRAVNÉ ZVÁRANIE

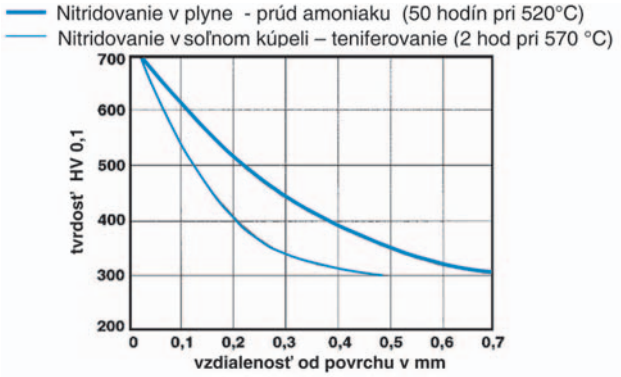
Pri dodržaní smerníc zvárania pre zošľachtené ocele pre formy na plasty sa môže urobiť oprava malých chýb, ktoré vznikli pri obrábaní alebo pri zmenách na dutinách formy. Veľkoplošné naváranie je možné iba v žíhanom stave a následne je potrebné nové zošľachťovanie.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- kaliaca teplota 850°C
- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm



NITRIDOVANIE



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče zošľachtené na 950–1 100 N/mm², mm

20,5	25,8	30,8	35,8	40,8	45,8	51	56	61	66	71
76	81	86	91	101	111	121	131	141	151	161
172	182	192	202	212	222	232	242	252	272	282
303	323	353	373	383	403	423	453	483	503	523
553	603	653	703	753	803	853				

▬ Platne zošľachtené na 950–1 100 N/mm²

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Šírka v mm	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0
	60,0	65,0	70,0	80,0	105,0	125,0	410,0	430,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	33	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,19	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	12,8	13,0	13,8	14,0	14,2

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo				
Obsah prvkov v %	0,40	0,30	1,50	2,00	0,20				
Normy	EN / DIN < 1.2311 >, 40CrMnMo7, AISI ~P20, STN 19 520								
Stav pri dodaní	Zošľachtená 950–1 100 N/mm² (290–330 HB)								

CHARAKTERISTIKA

Zošľachtená oceľ legovaná Cr-Mn-Mo s nízkym obsahom síry. Böhler M201 ponúka výnimočnú kombináciu výborných mechanických vlastností materiálu, ktoré sú charakteristické pre ocele s nízkym obsahom síry s výbornou obrábateľnosťou, ktorá je skôr vlastná oceliam s prídavkom síry. Zároveň má výbornú leštiteľnosť a erodovateľnosť je vhodná pre cementovanie, nitridovanie, indukčné kalenie alebo kalenie plameňom.

POUŽITIE

Veľké a stredné formy pre spracovanie plastov. Rámy foriem pre priemysel plastov a priemysel tlakového liatia.
Súčiastky a komponenty pre všeobecné strojárstvo.
Oceľ je dodávaná v zošľachtenom stave s pevnosťou 950–1 100 N/mm² (290–330 HB), teda je spôsobilá na použitie **bez ďalšieho tepelného spracovania.**

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiál je **dodávaný tepelne spracovaný**, preto **ďalšie tepelné spracovanie doporučujeme len vo výnimočných prípadoch**, ak je požadovaná vyššia tvrdosť.

ŽÍHANIE NA MÄKKO
720 až 740 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca 600 °C. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.
Tvrdosť po žíhaní na mäkko **max. 230 HB**.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 600 °C
V zošľachtenom stave **cca. 30 až 50 °C** pod popúšťacou teplotou. Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote v neutrálnej atmosfére **1 až 2 hodiny**. Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
840 až 860 °C – stupňovitý ohrev / kalenie v oleji
860 až 880 °C – stupňovitý ohrev / kalenie vzduchom
Výdrž po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.

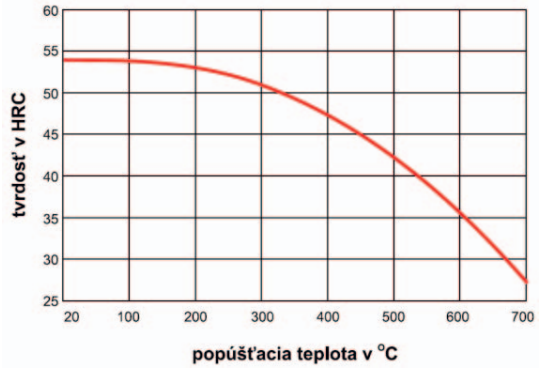
POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Doba výdrže v peci 1 hodina na 20 mm hrúbky popúšťaného nástroja, avšak minimálne 2 hodiny. Ochladzovanie na vzduchu. Orientačné tvrdosti po popúšťaní sú uvedené v popúšťacom diagrame.

OPRAVNÉ ZVÁRANIE

Pri dodržaní smerníc zvárania pre zošľachtené ocele pre formy na plasty sa môže urobiť oprava malých chýb, ktoré vznikli pri obrábaní alebo pri zmenách na dutinách formy. Veľkoplošné naváranie je možné iba v žíhanom stave a následne je potrebné nové zošľachťovanie.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- kaliaca teplota 850°C
- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

Ploché tyče zošľachtené na 950–1 100 N/mm², mm									
Hrúbka mm	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	65	70	75	80	85	90	100	110	120
	130	140	150	160	170	185	195	205	215
	235	255	275	305	325	355	375	405	
* Na zistenie presného formátu nás prosím kontaktujte !									

Kruhové tyče zošľachtené na 950–1 100 N/mm², mm										
20,5	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71
76	81	91	101	111	121	131	141	151	161	172
182	192	202	212	222	232	252	272	282	303	323
353	383	403								

Štvorhranné tyče, zošľachtené na 950–1 100 N/mm², mm										
30	40	50	60	70	80	90	100			

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni			
Obsah prvkov v %	0,38	0,30	1,50	2,00	0,20	1,10			
Normy	EN / DIN < 1.2738 >, 40CrMnNiMo8–6–4, AISI –, P20, STN –								
Stav pri dodaní	Zošľachtená **950–1 100 N/mm² (290–330 HB)** HIGH HARD zošľachtená na pevnosť **1 200–1 320 N/mm² (355–395 HB)**								

CHARAKTERISTIKA

Zošľachtená oceľ pre formy na plasty. Obsah Ni zaručuje rovnomernú pevnosť v celom priereze aj pri veľkých rozmeroch nad 400 mm, pri vysokej húževnatosti. Materiál má vďaka špeciálnej technológii tavenia dobrú obrábateľnosť, vynikajúcu erodovateľnosť. Materiál má nízky obsah síry, vysokú čistotu a homogenitu, z čoho vyplýva vynikajúca leštiteľnosť. Oceľ je vhodná pre všetky spôsoby nitridovania, pre tvrdochrómovanie, galvanické pokovovanie, povlakovanie PVD procesmi. Materiál sa dodáva zošľachtený v dvoch variantách:

Vyrábaná konvenčným metalurgickým postupom zošľachtená na pevnosť 950–1 100 N/mm²	BÖHLER M238
Vyrábaná konvenčným metalurgickým postupom zošľachtená na vyššiu pevnosť 1 200–1 320 N/mm²	BÖHLER M238 HIGH HARD

POUŽITIE

Veľké formy (nad 400 mm hrúbka) pre spracovanie plastov. Rámy foriem pre spracovanie plastov. Súčiastky a komponenty pre všeobecné strojárstvo a nástrojárstvo.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiál je **dodávaný tepelne spracovaný**, preto **ďalšie tepelné spracovanie doporučujeme len vo výnimočných prípadoch**, ak je požadovaná vyššia tvrdosť.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 500 °C Böhler M238
cca 450 °C Böhler M238 HH
V zošľachtenom stave **cca. 30 až 50 °C** pod popúšťacou teplotou. Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote v neutrálnej atmosfére **1 až 2 hodiny**. Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
840 až 860 °C – stupňovitý ohrev / kalenie v oleji
Výdrž po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.

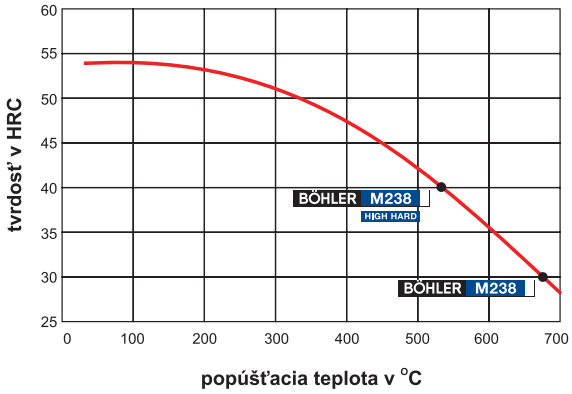
POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Doba výdrže v peci 1 hodina na 20 mm hrúbky popúšťaného nástroja, avšak minimálne 2 hodiny. Ochladzovanie na vzduchu. Orientačné tvrdosti po popúšťaní sú uvedené v popúšťacom diagrame.

OPRAVNÉ ZVÁRANIE

Pri dodržaní smerníc zvárania pre zošľachtené ocele pre formy na plasty sa môže urobiť oprava malých chýb, ktoré vznikli pri obrábaní alebo pri zmenách na dutinách formy. Veľkoplošné naváranie je možné iba v žíhanom stave a následne je potrebné nové zošľachťovanie.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

- kaliaca teplota 850°C
- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm

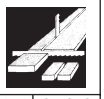


ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, zošľachtené na 950–1 100 N/mm², predhrubované, IBO ECOMAX, mm

20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	55,8	60,8
66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	101,5	106,5	111,5
116,5	121,5	126,5	131,5	141,5	151,5	162,0	172,0	182,0
192,0	202,0	212,0	222,0	232,0	252,5	282,5	302,5	323,0
343,0	363,0	403,0	463,0	483,0				

▬ Platne zošľachtené na 950–1 100 N/mm²
vybrané rozmery 1200–1320 N/mm²
Možnosť delenia z platní
podľa požadovaných rozmerov



Hrúbka v mm	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	*410,0	610,0
	* HIGH HARD – zošľachtený na 1 200–1 320 N/mm²							

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,81	kg/dm³
Merná tepelná kapacita	465	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,19	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	212 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	11,88	12,44	13,00	13,45	13,85

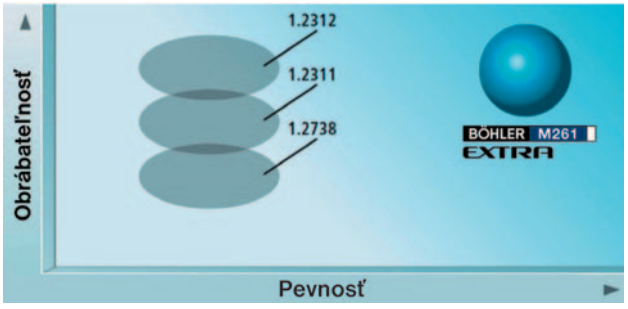
Teplota [°C]	20	100	200	300	400	500
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	35,2	35,7	35,9	35,6	34,8	33,6

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Al	+ špeciálne prísady
Obsah prvkov v %	0,13	0,30	2,00	0,35	3,50	1,20	1,20	
Normy	–							
Stav pri dodaní	Precipitačne vytvrdená **na 38–42 HRC**							

CHARAKTERISTIKA

Precipitačne vytvrditeľná oceľ pre formy na spracovanie plastov s veľmi dobrou obrábateľnosťou, dodáva sa v stave po vytvrdení rozpúšťacím žíhaním a stárnutím. Cez jednoduchý proces starnutia bez podstatnej zmeny rozmerov a povrchových zmien môže byť dosiahnutá pevnosť max. 44 HRC, čím sa dosiahne značné zvýšenie odolnosti proti tlakovému zaťaženiu resp. odolnosti proti opotrebeniu.
Na základe požiadavky zákazníka materiál Böhler M261 EXTRA je možné dodať tiež v stave po rozpúšťacom žíhaní z novej výroby. Dostupnosť je potrebné preveriť.

UMIESTNENIE PRODUKTU



Vlastnosti BÖHLER M261 EXTRA

- Veľmi dobrá obrábateľnosť pri vysokej tvrdosti
- Dobrá rozmerová stabilita
- Veľmi dobre nitridovateľná
- Dobrá odolnosť proti tlakovému namáhaniu
- Dobrá odolnosť proti opotrebeniu

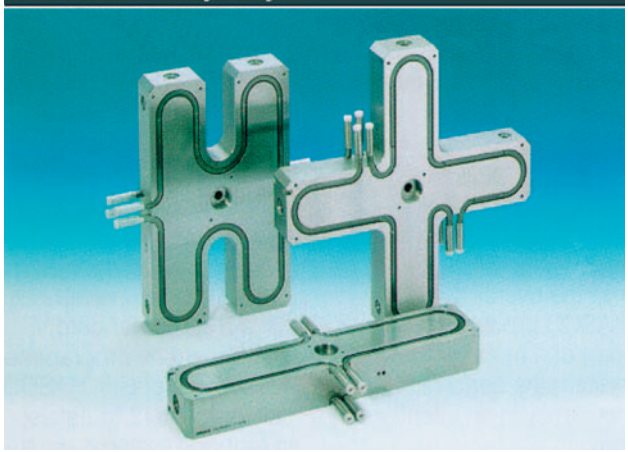
Výhody

- Nie je nutné žiadne tepelné spracovanie
- Jednoduché tepelné spracovanie v prípade, že oceľ je dodaná v stave po rozpúšťacom žíhaní, pričom pri stárnutí dochádza k minimálnym rozmerovým zmenám
- Izotropia mechanických vlastností
- Vynikajúca obrábateľnosť v stave po rozpúšťacom žíhaní a veľmi dobrá obrábateľnosť v stave po starnutí
- Podmienečne zvariteľný
- K zvýšeniu odolnosti povrchu proti opotrebovaniu možno nitridovať v plyne aj kúpeli. Z dôvodu možnosti popúšťacích teplôt až do 570 °C pri nitridovaní nedochádza ku poklesu tvrdosti
- V stave po rozpúšťacom žíhaní je možné nitridovanie a starnutie uskutočniť v jednom kroku
- Pokovovanie chrómom taktiež aj každé iné povlakovanie povrchu je možné

POUŽITIE

- Formy pre vstrekovanie plastov pre presné súčiastky ako napr. časti kamier, fotoaparátov, časti elektronických zariadení a domácich spotrebičov.
- Formy pre lisovanie plastov
- Formy pre elastomery
- Formy pre výrobu tesniacich krúžkov (O – tesniace krúžky)
- Horúce kanálové systémy

Horúce kanálové systémy



Forma pre výrobu plastových pohárov

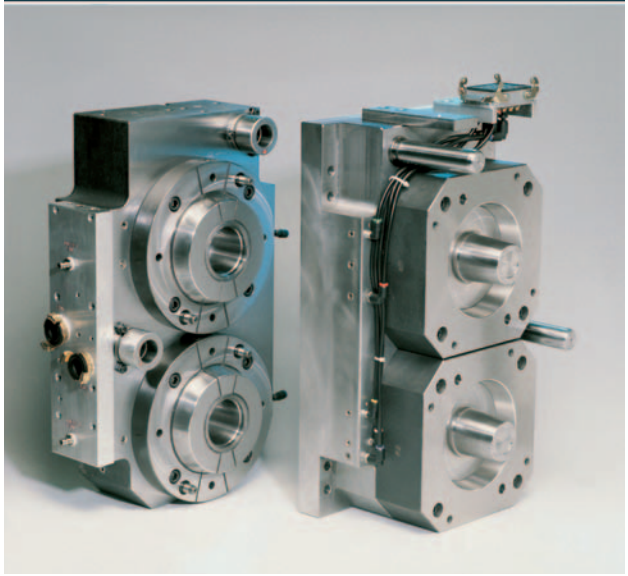
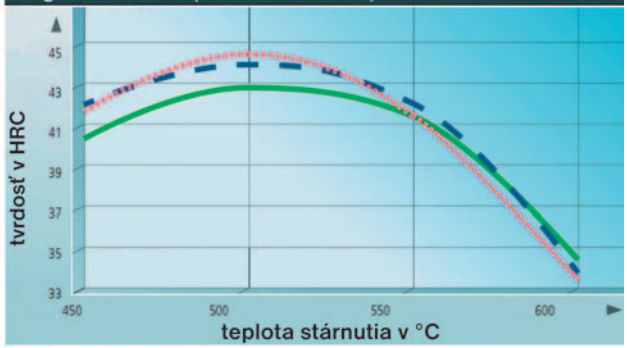


Diagram starnutia (bez zmrazovania)

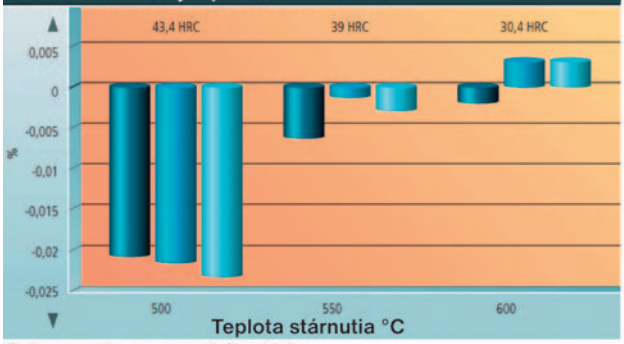


Čas starnutia v hodinách
4 h 6 h 8 h
Stav: po rozpúšťacom žíhaní 900 °C

Dosahovaná tvrdosť po precipitačnom vytvrdzovaní

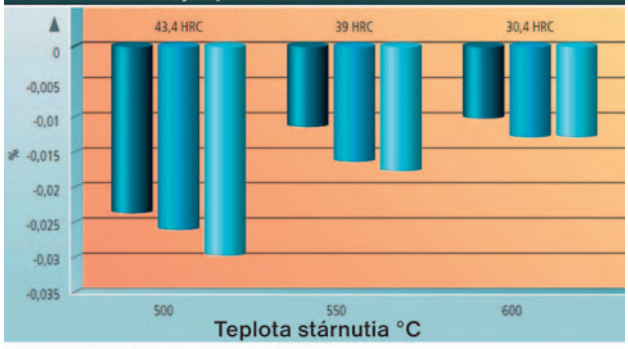
Teplota pri procese starnutia
500 °C 550 °C 600 °C

Rozmerové zmeny v pozdĺžnom smere



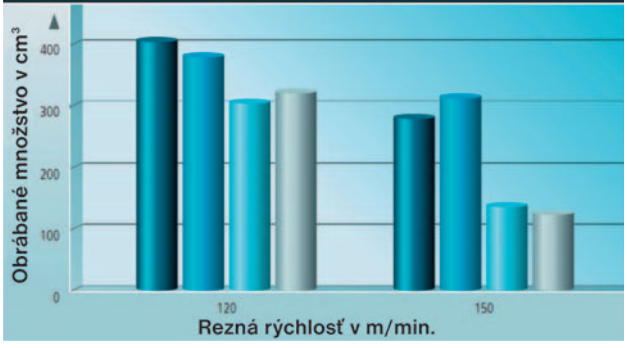
Odber vzorky z materského bloku
Povrch ½ polomeru jadro
Kocka 60 mm, meraný v smere vlákien
Stav: po rozpúšťacom žíhaní 900°C, tlak vzduchu, čas starnutia: 5h

Rozmerové zmeny v priečnom smere



Odber vzorky z materského bloku
Povrch ½ polomeru jadro
Kocka 60 mm, meraný priečne cez smer vlákien
Stav: po rozpúšťacom žíhaní 900°C, tlak vzduchu, čas starnutia: 5h

Porovnanie obrábateľnosti



Frézovanie: Hĺbka úberu 2,0 mm, Posuv: 0,24 mm/zub
Nástroj / materiál: tvrdokov Böhlerit SBF / ISO P25

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, vytvrdené rozpúšťacím žíhaním na 39–44 HRC, predhrubované, IBO ECOMAX, mm

16,0	21,0	26,0	31,0	40,8	51,0	60,8	71,0
81,0	91,0	101,5	111,0	126,5	131,5	141,5	162,0
182,0	202,0	242,0	262,5				

Platne vytvrdené rozpúšťacím žíhaním na 39–44 HRC, ALLPLAN
Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	303,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,73	kg/dm³
Tepelná vodivosť	29,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	465	J/(kg.K)
Modul pružnosti	204 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	12,63	13,06	13,50	13,89	14,27

Fyz. vlastnosť pri rôznych teplotách [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	30,7	31,9	31,8	31,4	31,5

Porovnávané materiály:

1.2312
Zošľachtený (kalený + popustený) 1025 N/mm²

BÖHLER M261 EXTRA
Po rozpúšťacom žíhaní ~30 HRC

Konkurenčný materiál
Po rozpúšťacom žíhaní ~30 HRC

BÖHLER M261 EXTRA
Vytvrdený 38,5 HRC

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni			
Obsah prvkov v %	0,38	0,30	1,50	2,0	0,20	1,1			
Normy	EN / DIN 1.2738, 40CrMnNiMo8–6–4								
Stav pri dodaní	Zošľachtená na vyššiu tvrdosť 350–400 HB, (HIGH HARD)								

CHARAKTERISTIKA

Böhler M268 VMR je zošľachtená oceľ pre formy na plasty s vynikajúcim stupňom čistoty pre dosiahnutie schopnosti najvyššej leštiteľnosti. Obsah niklu zabezpečuje rovnomernú pevnosť v celom priereze aj pri väčších rozmeroch. Oceľ je pretavovaná vo vákuu. Je zošľachtená na 350 až 400 HB.

POUŽITIE

Formy pre spracovanie plastov, pre súčiastky a komponenty pre všeobecné strojárstvo a nástrojárstvo, kde je požadovaná vysoká leštiteľnosť a rovnomerná pevnosť. Materiál je dodávaný zošľachtený na vyššiu tvrdosť cca 350 až 400 HB, teda je spôsobilý na použitie **bez ďalšieho tepelného spracovania.**

VÝHODY A ÚŽITKY

Technologické a ekonomické prednosti Böhler M268 VMR

Vysoká kvalita

- rovnomerne vysoká pevnosť a húževnatosť aj pri veľkých rozmeroch
- vysoká schopnosť zošľachtenia
- veľmi dobrá tepelná vodivosť

Hospodárnejšia výroba nástrojov

- nie je potrebné žiadne tepelné spracovanie
- excelentná leštiteľnosť s vysokým leskom
- dobrá schopnosť dezénovania
- dobrá schopnosť elektroerózie

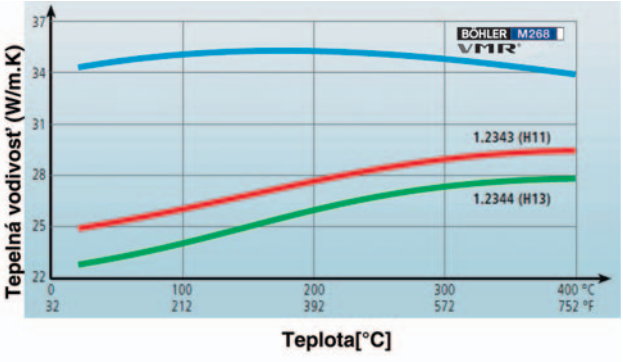
Bezpečnosť

- materiál nevyžaduje tepelné spracovanie, tým je eliminované riziko vzniku chýb pri tepelnom spracovaní
- dobrá húževnatosť znamená istotu proti vzniku trhlín vo vnútri foriem

uvedené prednosti zvyšujú produktivitu a zároveň znižujú náklady

Optimalizácia času cyklu

Dobrá tepelná vodivosť garantuje skrátenie času cyklu a zvyšuje sa tým hospodárnosť výrobného procesu.



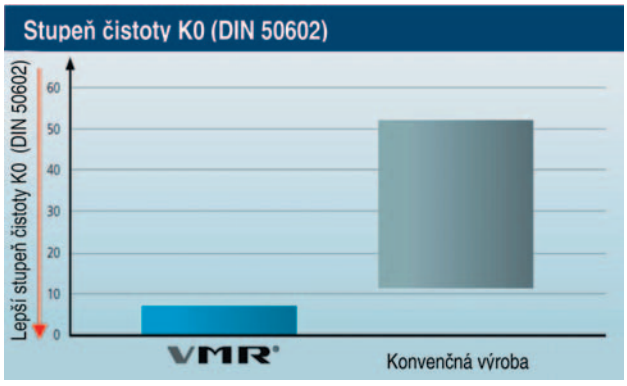
Elektrotroskové pretavovanie vo vákuu

Pretavovaním vo vákuu sa dosahuje:

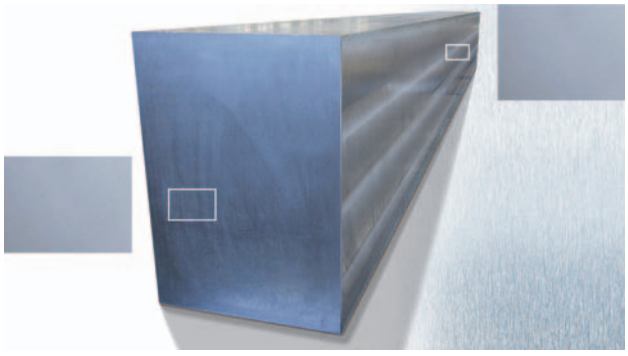
- nižší obsah plynov
- zníženie stopových prvkov
- nepatrná mikrosegregácia v strede bloku
- nízka náklonnosť k segregácií
- vysoko presná chemická analýza

BÖHLER M268VMR

1.2738 konvenčná



Homogénna štruktúra v celom bloku!



Ďalšie výhody BÖHLER M268 VMR:

- možnosť nitridovania všetkými spôsobmi za účelom zvýšenia odolnosti proti opotrebeniu
- možnosť tvrdochromovania a galvanického pokovovania všetkými druhmi za účelom optimalizácie tvrdosti a koróznej odolnosti
- vhodná pre PVD povlakovanie (TiN)
- pre špeciálne prípady použitia je možné aj indukčné kalenie
- možnosť dezénovania

Schopnosť dosiahnutia vysokého lesku

Vysoký stupeň čistoty ocele M268 VMR sa dosahuje technológiou pretavovania vo vákuu, čo je prínosom predovšetkým pri leštení veľkých plôch a pri formách so zložitou geometriou.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Böhler M268 VMR sa dodáva v **zošľachtenom stave**. Vo všeobecnosti **nie je potrebné ďalšie tepelné spracovanie**. V prípade, že bude prevedené dodatočné tepelné spracovanie napríklad k dosiahnutiu vyššej pevnosti je potrebné zohľadniť nasledovné pokyny:

ŽÍHANIE NA MÄKKO
720 až 740 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci **10 až 20 °C/h** do **cca 600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu. Tvrdosť po žíhaní na mäkko **max. 240 HB**.

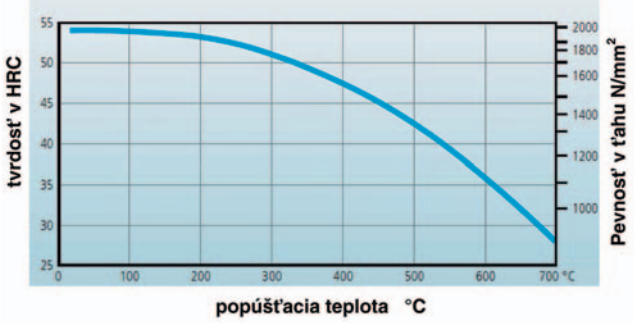
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 500 °C
V zošľachtenom stave **cca. 30 až 50 °C** pod popúšťacou teplotou. Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote v neutrálnej atmosfére **1 až 2 hodiny**. Pomalé ochladzovanie v peci.

KALENIE
840 až 880 °C Stupňovitý ohrev
Ochladzovacie prostredie olej, dusík.
Výdrž po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Pomalé ochladzovanie v peci.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Doba výdrže v peci **1 hodina** na **20 mm** hrúbky popúšťaného nástroja, avšak **minimálne 2 hodiny**. Ochladzovanie na vzduchu. Orientačné tvrdosti po popúšťaní sú uvedené v popúšťacom diagrame.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

– kaliaca teplota 840 °C
– prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 50 mm



OPRAVNÉ ZVÁRANIE

Pri dodržaní smerníc zvárania pre zošľachtené ocele pre formy na plasty sa môže urobiť oprava malých chýb, ktoré vznikli pri obrábaní alebo pri zmenách na dutinách formy. Veľkoplošné naváranie je možné iba v žíhanom stave a následne je potrebné nové zošľachťovanie.
Pre obidva prípady odporúčame ručné oblúkové zváranie s elektródou UTP 73 G4 pripadne WIG zváranie so zváracou tyčkou UTP A 73 G4. Zvar je opracovateľný trieskovými spôsobmi obrábania.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

HIGH HARD platne zošľachtené na 1 200–1 320 N/mm²
Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka mm	260	310	550

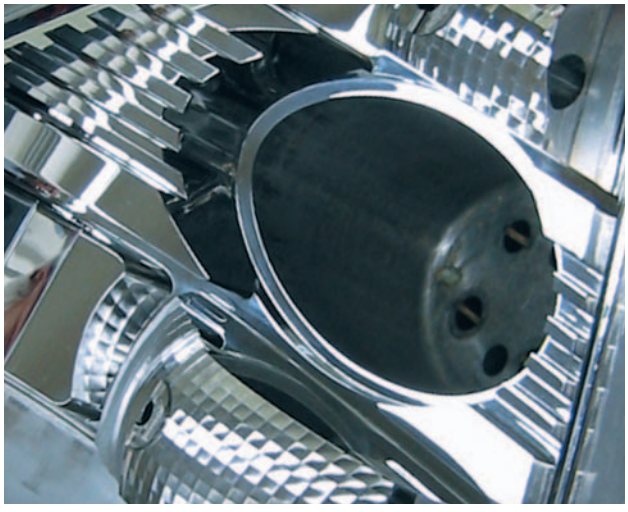
* Na zistenie presného formátu nás prosím kontaktujte !

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,85	kg/dm³
Tepelná vodivosť	34,3	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	~ 460	J/(kg.K)
Modul pružnosti	210 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶ m/m.K]	12,8	13,0	13,8	14,0	14,2	14,2	14,5

Teplota [°C]	100	200	300	400	500	600	700
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	35,1	35,3	34,8	33,9	32,8	31,1	28,0



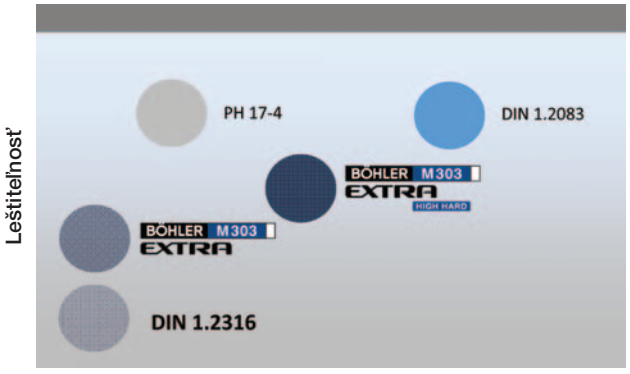
Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	N	+ špeciálne prísady
Obsah prvkov v %	0,27	0,30	0,65	14,5	1,0	0,85	–	
Normy	DIN / EN ~ 1.2316 ~ X36CrMo17, AISI –, STN –							
Stav pri dodaní	Zošľachtená **na cca 290 – 330 HB** / na vyššiu tvrdosť **350 – 390 HB** (HIGH HARD)							

CHARAKTERISTIKA

Antikorózna martenzitická chrómová oceľ s veľmi dobrou húževnatosťou, odolnosťou proti korózii, dobrou odolnosťou proti opotrebovaniu, ako aj zlepšenou obrábateľnosťou a leštiteľnosťou.
Böhler M303 EXTRA je špeciálna v tom, že bola vyvinutá s cieľom zlepšiť homogenitu a tým zabezpečiť vynikajúce úžitkové vlastnosti. To znamená v porovnaní s materiálom 1.2316 – došlo k zamedzeniu tvorby delta feritu v matrici.
Oceľ sa dodáva v dvoch variantách:

Zošľachtená / kalená a popustená: 290–330 HB (1 000–1 100 N/mm²)	BÖHLER M303 EXTRA
Zošľachtená na vyššiu tvrdosť / kalená a popustená: 350–390 HB (1 200–1 320 N/mm²)	BÖHLER M303 EXTRA HIGH HARD

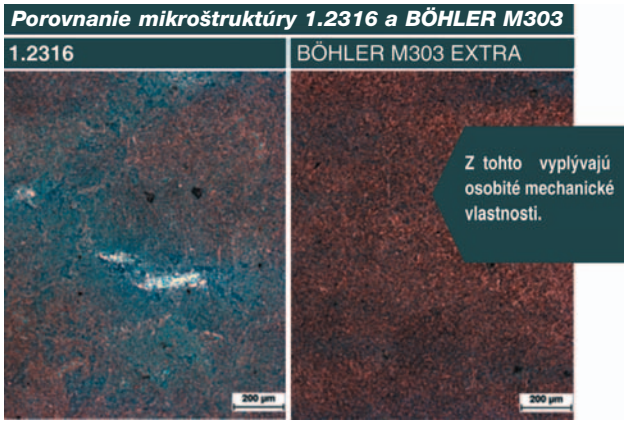
UMIESTNENIE PRODUKTU



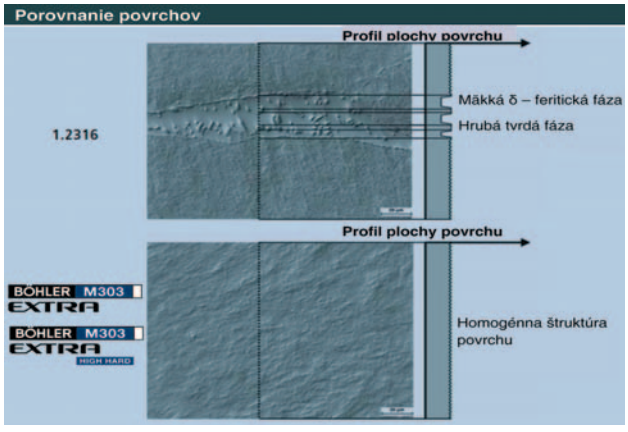
Odolnosť voči opotrebeniu (~tvrdosť)

VÝHODY

Homogénna štruktúra

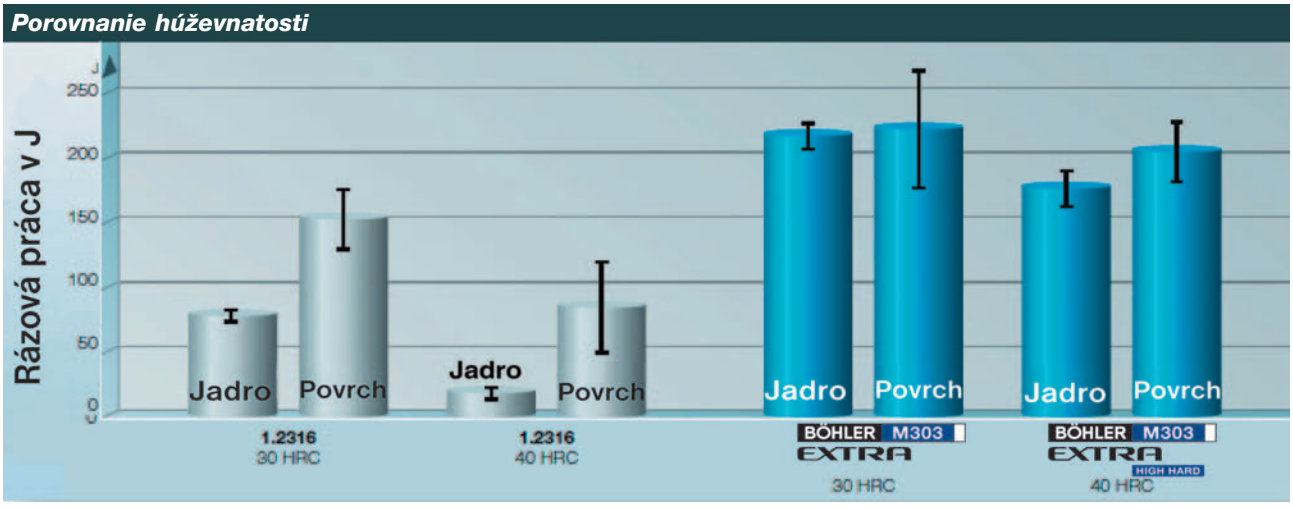


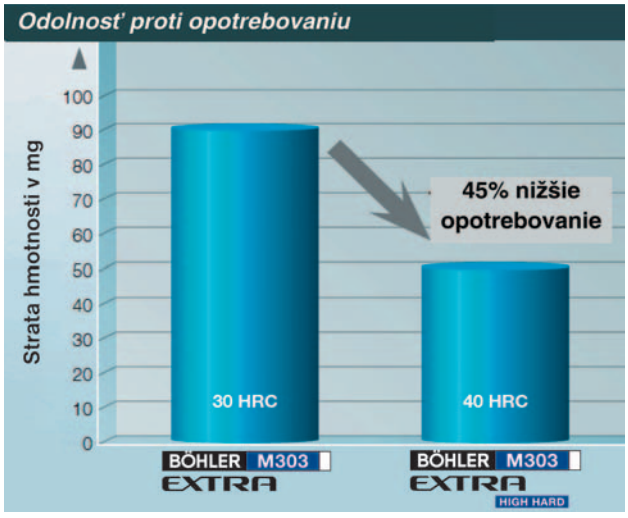
V prípade 1.2316, tvrdé karbidické fázy sú vylúčené v mäkkej deltaferitickej zóne, a spôsobujú nerovnomerné leštenie. V protiklade Böhler M303 EXTRA ponúka rovnomerný vyleštený povrch.



Veľmi dobrá húževnatosť

Porovnanie húževnatosti s 1.2316 ukazuje, že Böhler M303 EXTRA má viac rovnomernú a zlepšenú húževnatosť v celom bloku, tým zaručuje vyššiu odolnosť proti vzniku lomu.

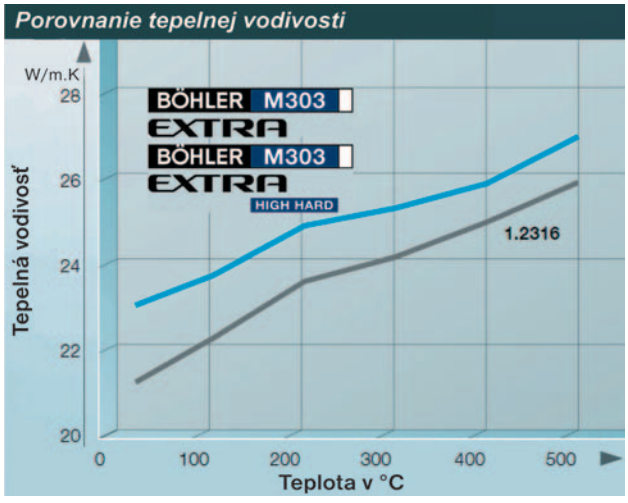




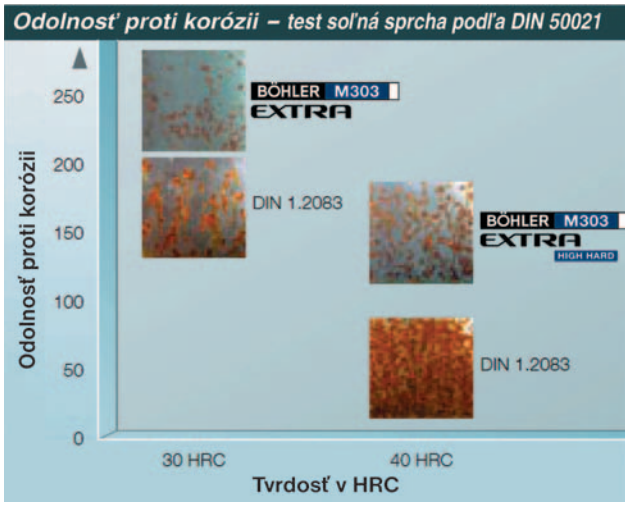
Spracovanie plastov: Vstrekovanie
Spracovávaný plast: ULTRAMID A3WG10 (BASF) s obsahom 50 % sklenných fáz.

Zlepšená tepelná vodivosť

Približne o 10 % vyššia tepelná vodivosť v porovnaní s 1.2316 zabezpečí kratšie časy cyklov.

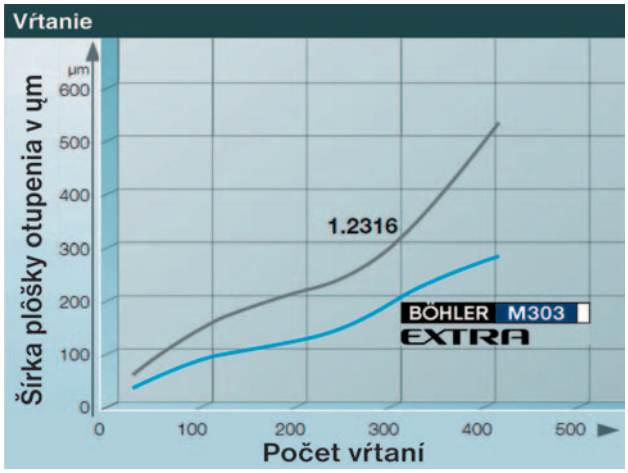


Veľmi dobrá odolnosť proti korózii

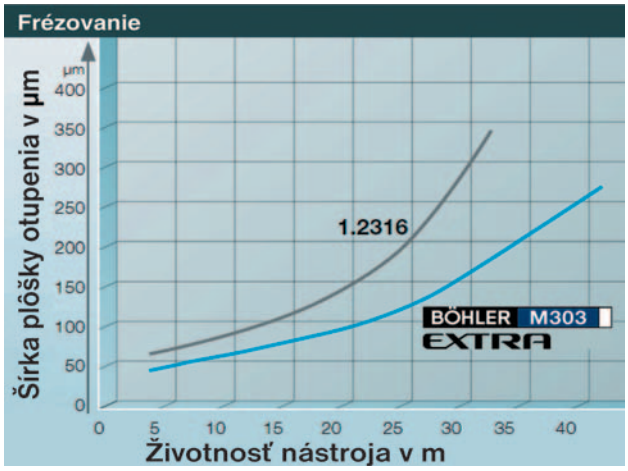


Výsledky testov soľnou sprchou ukazujú, že Böhler M303 EXTRA v porovnaní s 1.2083 vykazuje výrazne vyššiu odolnosť proti korózii.

Porovnanie obrábateľnosti materiálov 1.2316 a Böhler M303 EXTRA



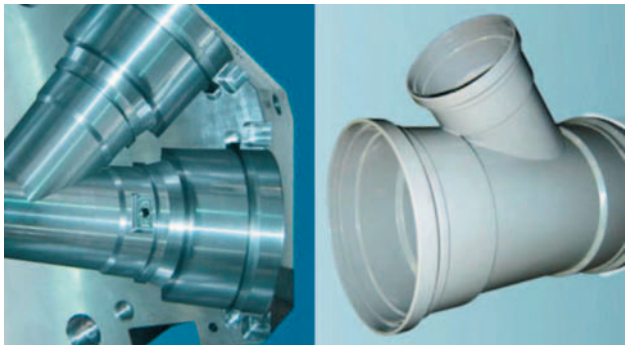
Parametre vŕtania:
Rezná rýchlosť: v_c = 60 m/min
Posuv na zub: f_u = 0,15 mm
Priemer: 6,8 mm



Parametre frézovania:
Rezná rýchlosť: v_c = 200 m/min, Posuv na zub: f_z = 0,3 mm
Priemer frézy: D = 15 mm, Počet zubov: Z = 1
Hĺbka úberu: a_p = 0,4 mm, Šírka úberu: a_e = 8 mm

POUŽITIE

Formy pre spracovanie chemicky agresívnych plastov:
– formy na výrobu súčiastok pre domáce spotrebiče
– nástroje pre extrúzne lisovanie
– nástroje na výrobu fitingov



TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiál je **dodávaný tepelne spracovaný**, preto vo všeobecnosti **ďalšie tepelné spracovanie nie je nutné.**

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
po mechanickom opracovaní v zošľachtenom stave, teplota max. 400 °C
Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote v neutrálnej atmosfére **minimálne 2 hodiny**.
Pomalé ochladzovanie v peci 20 °C / h do teploty 200 °C, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

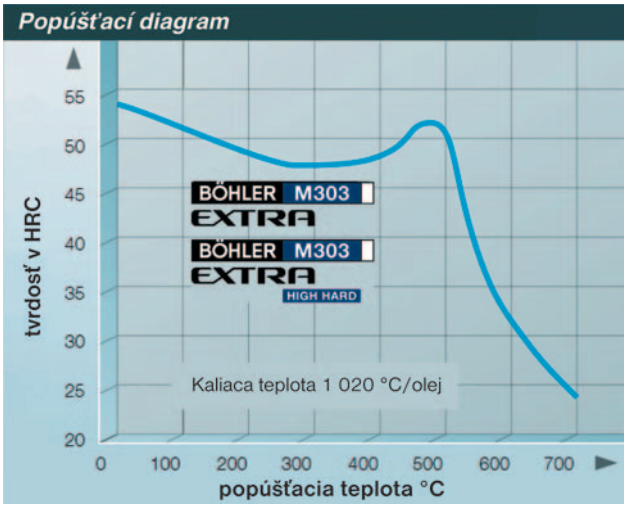
V prípade požiadavky vyššej tvrdosti, odporúčame nasledujúce tepelné spracovanie:

ŽÍHANIE NA MÄKKO
700 až 725 °C
Čas žíhania minimálne 25 hodín po prehriati celého prierezu.
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca 500 °C , ďalšie ochladzovanie na vzduchu.
Tvrdosť po žíhaní na mäkko **max. 250 HB.**

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
po mechanickom opracovaní v žíhanom stave cca 650 °C
Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote v neutrálnej atmosfére **1 až 2 hodiny**.
Pomalé ochladzovanie v peci 20 °C / h až do teploty 300 °C, ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

KALENIE
1000 až 1020 °C/olej, N_2 soľný kúpeľ (400 až 450 °C)
Výdrž po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Dosiahnuteľná tvrdosť po kalení cca 51 až 53 HRC.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Doba výdrže v peci 1 hodina na 20 mm hrúbky popúšťaného nástroja, avšak minimálne 2 hodiny.
Odporúčame popúšťať minimálne dvakrát. **3. popúšťanie** na zníženie pnutí **30 až 50 °C** pod najvyššou teplotou popúšťania.
Orientačné tvrdosti po popúšťaní sú uvedené v popúšťacom diagrame.



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● mm Kruhové tyče, predhrubované zošľachtené na 1000 – 1 100 N/mm²							
12,5	20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8
55,8	60,8	66	71	76	81	86	91
96	101,5	106,5	111,5	116,5	121,5	126,5	131,5
141,5	151,5	162	172	182	192	202	212
227	232	242	252,5	262,5	275	282,5	302,5
313	323	333	353	363	403	423	463
503	553	603	703				

Platne zošľachtené na 1 000 – 1 100 N/mm²

Možnosť delenia z platní šírky 1 010 mm podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	25	30	40	45	50	60
	70					

Bloky zošľachtené
Možnosť delenia podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	410 mm, 1000–1100 N/mm²
	410 mm, HIGH HARD 1200–1320 N/mm²

● HIGH HARD – kruhové tyče, zošľachtené na 1200–1320 N/mm², mm							
20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	55,8
60,8	66	71	76	81	91	101,5	116,5
121,5	131,5						

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT M303 EXTRA ISOPLAST

Bloky zošľachtené na 1 000–1 100 N/mm²
Možnosť delenia podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	250,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote ... °C	20	100	200	300	400	500	600	Jednotka
Hustota	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	7,6	kg/dm³
Tepelná vodivosť	22,8	23,5	24,8	25,1	25,7	26,7	25,9	W/(m.K)
Modul pružnosti	218	214	207	200	191	181	168	x 10³ N/mm²
Merná tepelná kapacita	460	484	529	564	615	694	795	J/(kg.K)

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500	600
Tepelná rozťažnosť [10^{-6} m/m.K]	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,1

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	V				
Obsah prvkov v %	0,38	0,70	0,45	14,25	0,20				
Normy	EN / DIN ~1.2083 / ~ X42Cr13, X42Cr14, AISI ~420, STN –								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 225 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Antikorózna martenzitická chrómová oceľ. Vďaka optimálnemu nastaveniu chemického zloženia, elektrotroskovému pretavovaniu, špeciálnym opatreniam pri tvárnení za tepla a tepelnému spracovaniu Böhler M310 ponúka:

- leštiteľnosť s možnosťou dosiahnutia vysokého lesku
- dobrú odolnosť proti korózii
- dobrú dezenovateľnosť
- dobrú opracovateľnosť
- vysokú odolnosť proti opotrebeniu
- prekaliteľnosť na vzduchu do 100 mm

POUŽITIE

Formy pre spracovanie chemicky agresívnych plastov (napr. PVC) a plastov s abrazívnymi plnivami.
Vďaka vynikajúcej leštiteľnosti je vhodná na formy pre výrobu šošoviek a iné formy pre optické výrobky ako napr. okuliare, časti kamier.
Böhler M310 ISOPLAST v spojení s rámom z antikoróznej ocele Böhler M315 EXTRA vytvára celú formu odolnú proti korózii.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
840 až 870 °C
Riadené pomalé ochladzovanie v peci 10 až 20 °C/h do cca **600 °C**. Ďalšie ochladzovanie na vzduchu.

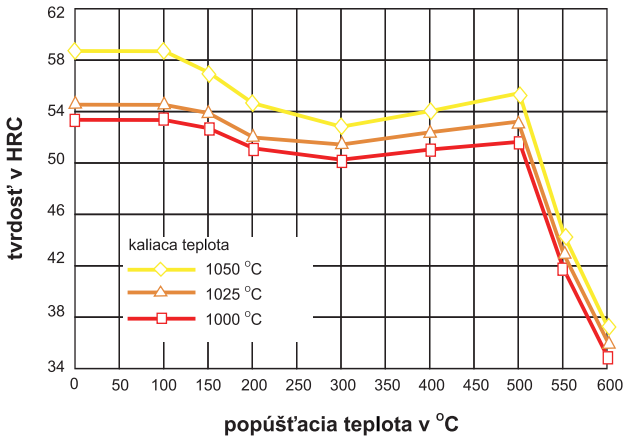
ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 650 °C
Po prehriatí v celom priereze výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére, potom nasleduje pomalé chladnutie v peci.

KALENIE
1000 °C až 1050 °C
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie: olej, vzduch, plyn.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Výdrž na teplote popúšťania **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, najmenej však **2 hodiny**. Ochladzovanie na vzduchu. Popúšťaciu teplotu voliť podľa želanej tvrdosti z popúšťacieho diagramu.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

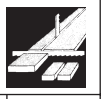
- prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

Platne, žíhané

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov



Hrúbka v mm	20,0	30,0	40,0		

Kruhové tyče, žíhané, predhrubované, IBO ECOMAX, mm

20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	55,8
60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	101,5
111,5	121,5	131,5	141,5	151,5	162,0	182,0	202,0

Platne, žíhané

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	305,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	22,0	W/(m.K)
Merný elektrický odpor	0,65	Ohm.mm²/m
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Modul pružnosti	220 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická	

Fyz. vl. medzi 20 °C a... °C	100	200	300	400	500
Tepelná roztažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,5	11,0	11,0	11,5	12,0

Fyz. vlastnosť pri rôz. teplot. °C	20	100	200	300	400
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	220	218	212	205	197

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	S	+ špeciálne prísady		
Obsah prvkov v %	0,34	0,35	1,40	16,00	0,15	0,12			
Normy	EN / DIN ~1.2085 / X33CrS16, AISI –, STN –								
Stav pri dodaní	Zošľachtená **cca 1 000 N/mm² (cca 300 HB)**								

CHARAKTERISTIKA

Zošľachtená oceľ odolná proti korózii pre formy na plasty s veľmi dobrou obrábateľnosťou, rovnomernou pevnosťou v celom priereze a vo všetkých smeroch.

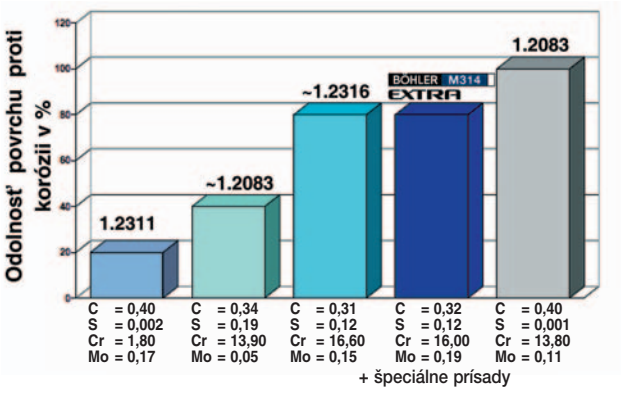
VÝHODY BÖHLER M314 EXTRA

- Veľmi dobrá obrábateľnosť, zníženie nákladov na výrobu v dôsledku zníženia výrobného času.
- Vysoká korózna odolnosť pri kondenzovaní pary
- Vysoká korózna odolnosť v chladiacich kanáloch
- Odolnosť proti agresívnej pare
- Pri skladovaní nástroja nie je potrebné konzervovanie
- Minimálna údržba nástroja počas prevádzky

Test odolnosti proti korózii – kondenzovaná voda (DIN 50017)

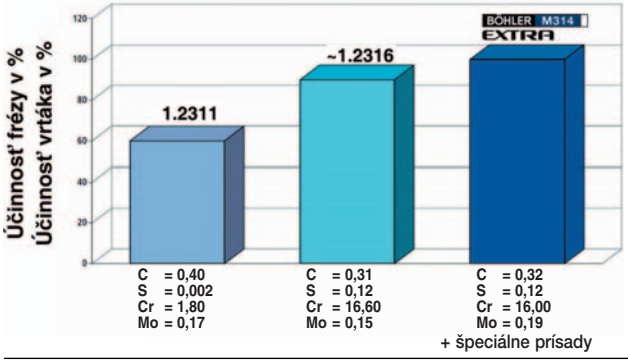
Test odolnosti proti korózii – soľná sprcha (DIN 50021)

Odolnosť povrchu proti korózii podľa testu soľnej sprchy (DIN 50021) na zošľachtených oceliach (cca 1000 N/mm²) a oceli 1.2083 kalenej a popustenej na cca 54 HRC. **Böhler M314 EXTRA je riešením pre koróziu.**



Frézovanie s HSS-nástrojmi a vŕtanie hlbokých dier tvrdokovovými nástrojmi

Šírka plôšky otupenia na kotúčovej fréze na dĺžke frézovania 1500 mm resp. vyvŕtaná hĺbka s vrtákom s tvrdokovovými doštičkami na zošľachtených oceliach (cca 1000 N/mm²).



POUŽITIE

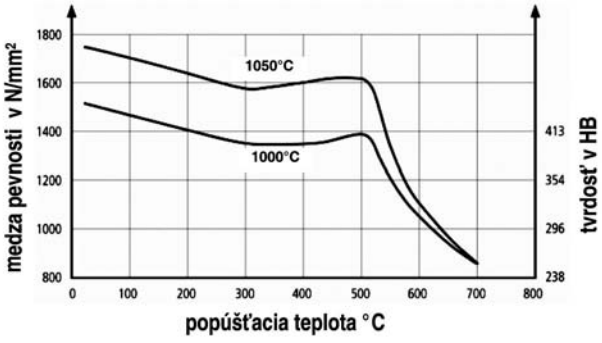
Rámy foriem pre plastikársky priemysel, rámy foriem pre odlievanie pod tlakom. Nástroje pre spracovanie plastov.
Böhler M340 EXTRA je materiál odolný proti korózii, uplatňuje sa pre rámy foriem a nasadzuje sa hlavne pri spracovaní agresívnych plastov a pri klimaticky vlhkých podmienkach, kondenzácii vodnej pary (orosovanie). Pre formy odporúčame použiť Böhler M314 EXTRA v kombinácii s oceľami odolnými proti korózii: Böhler M303 EXTRA, Böhler M310 ISOPLAST, Böhler M390 MICROCLEAN.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiál je dodávaný tepelne spracovaný, preto ďalšie tepelné spracovanie neodporúčame, resp. len vo výnimočných prípadoch, ak je požadovaná vyššia tvrdosť.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

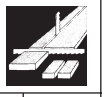
Teplotné zaťaženia až do 500 °C (pod najvyššou teplotou popúšťania) sú možné bez väčšieho poklesu tvrdosti.
– kalenie: výdrž 30 minút/ ochladzovacie prostredie olej
– popúšťanie: 2 x 2 hodiny
– prierez skúšobnej vzorky štvorhran 20 x 20 mm



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

Platne, zošľachtené na 930–1 080 N/mm²

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov



Hrúbka v mm	45,0	55,0	65,0			

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,65	kg/dm³
Tepelná vodivosť	18,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,65	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	212 x 10³	N/mm²

Fyz. vl. medzi 20 °C a... °C	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	11,0	11,1	11,2	11,6	12,0

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	S	Ni			
Obsah prvkov v %	0,05	0,20	0,90	12,8	0,12	+			
Normy	–								
Stav pri dodaní	Zošľachtená na **cca 290 – 330 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Böhler M315 EXTRA je oceľ odolná proti korózii určená pre rámy foriem s podstatne zlepšenou obrábateľnosťou oproti oceliam typu 1.2085. Zaručuje vysokú produktivitu z dôvodu kratšieho a efektívnejšieho obrábania. Má porovnateľnú odolnosť proti korózii ako ocele typu 1.2085, avšak s podstatne zlepšenou obrábateľnosťou.

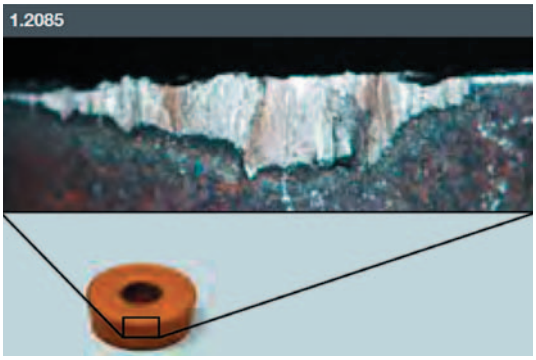
Vlastnosti BÖHLER M315 EXTRA

- Excelentná obrábateľnosť
- Dobrá odolnosť proti korózií
- Zošľachtená na cca. 1000 N/mm²
- Rozmerová stabilita
- Veľmi dobrá zvariteľnosť
- Dobrá duktilita

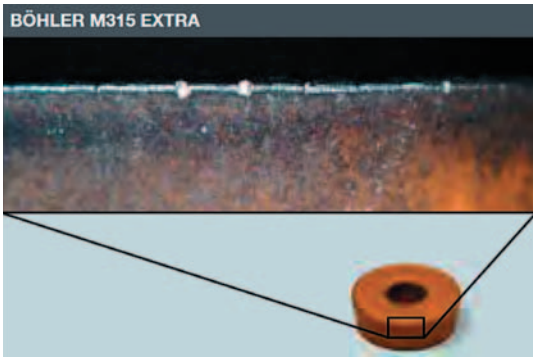
POUŽITIE

- Rámy foriem
- Nádstavby rámov, vyhadzovacie dosky
- Nástroje vyžadujúce rozsiahle obrábania a zároveň odolnosť proti korózii
- Strojné súčiastky a komponenty

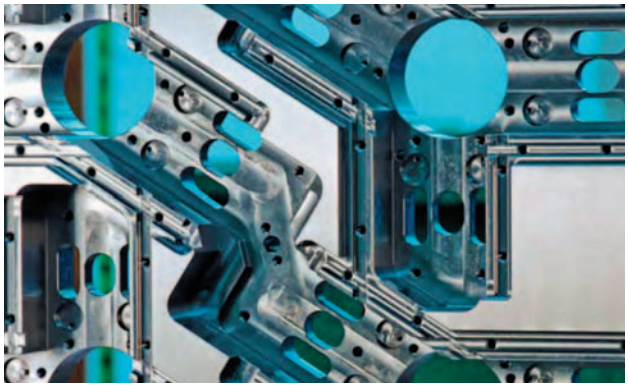
Skúška obrábateľnosti

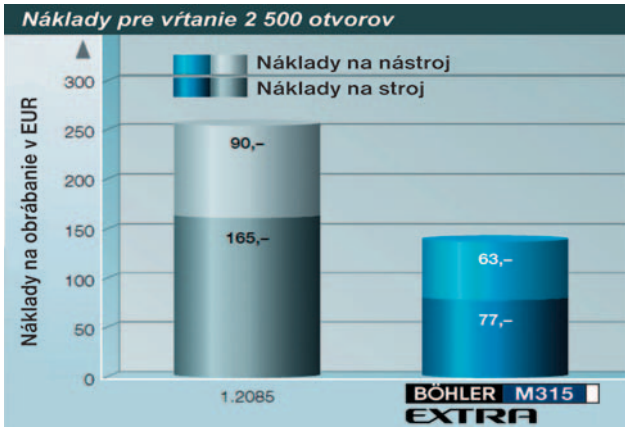


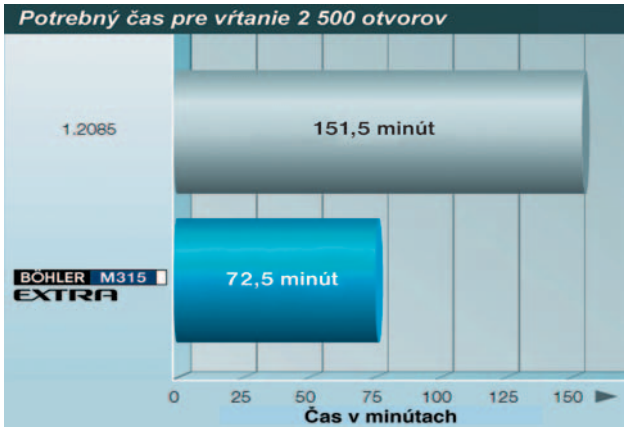
Opotrebenie reznej platničky po 90 minútach obrábania materiálu 1.2085.



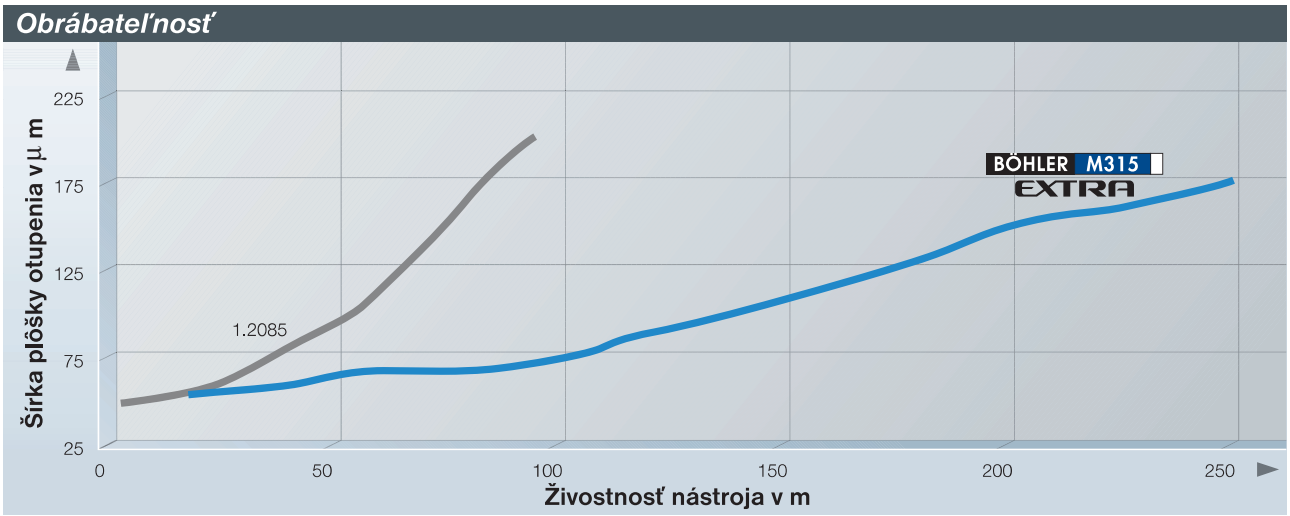
Opotrebenie reznej platničky po 90 minútach obrábania materiálu M315 EXTRA.







Dobrá obrábateľnosť bola potvrdená aj testom frézovania. Meraná bola šírka plôšky otupenia reznej platničky.



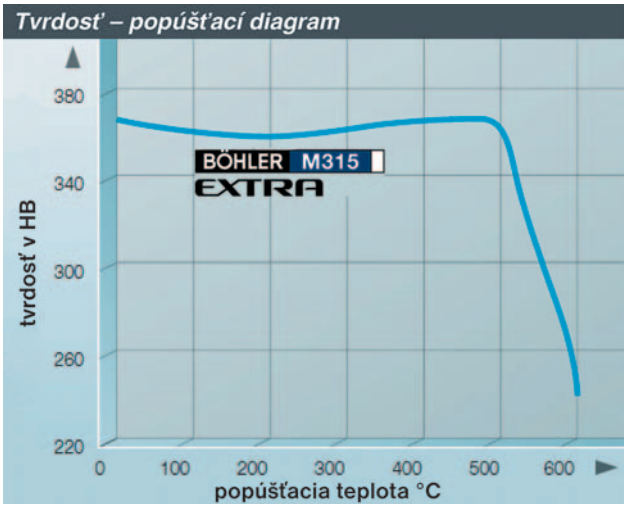
Skúška s otočnými tvrdokovovými platničkami, rezná rýchlosť: 350 m/min, posuv na zub 0,3 mm, šírka záberu: 3 mm

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Materiál je **dodávaný tepelne spracovaný**, preto vo všeobecnosti **ďalšie tepelné spracovanie nie je nutné**.
Pri potrebe žíhania na odstránení pnutí: teplota max. 480 °C, po prehriatí celého prierezu výdrž na teplote min. 2 hodiny.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kaliaca teplota: 1050 °C
Výdrž: 30 minút po ohriatí celého prierezu
Ochladzovacie médium: olej
Popúšťanie: min. 2 x 2 hodiny



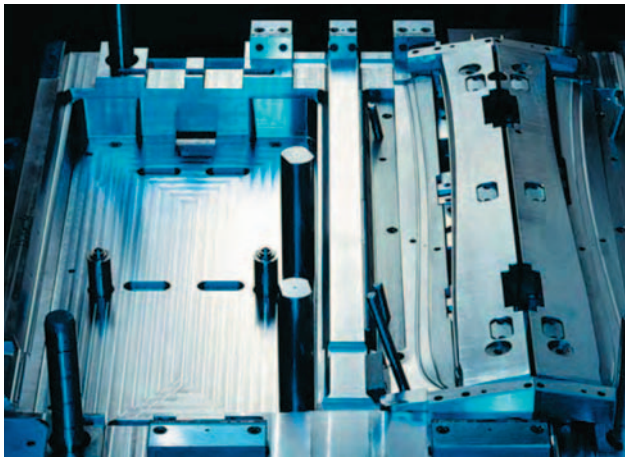
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyz. vl. pri rôznych tepl. v °C	100	200	300	400	500
Tepelná vodivosť W/(m.K)	24,7	25,7	26,3	26,5	26,6
Merná tepelná kapacita J/(kg.K)	487	526	559	603	679

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	11,0	11,6	11,9	12,2	12,4

OPRAVNÉ ZVÁRANIE

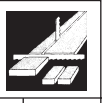
Böhler M315 EXTRA je zvariteľný štandardnými prídavnými materiálmi pre korozivzdorné ocele metódou WIG alebo elektrickým oblúkom. Pri väčších opravách zváraním odporúčame realizovať pre redukciu zvyškových napätí žíhanie na odstránenie pnutí. Maximálna teplota pre žíhanie na odstránenie pnutí je 480 °C.



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

Platne, zošľachtené na 930 – 1 080 N/mm²

Možnosť delenia z platní
podľa požadovaných rozmerov, max. šírka 1 250 mm



Hrúbka v mm	25	30	35	40	45	50
	55	60	65,0	70	75	80,0
	85	90	95	105	110	120
	130	140	150	160	175	205
	350					

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	ostatné		
Obsah prvkov v %	0,24	0,20	0,35	13,25	+N, Mo, V, Ni		
Normy	Špeciálna akosť Böhler						
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 220 HB**						

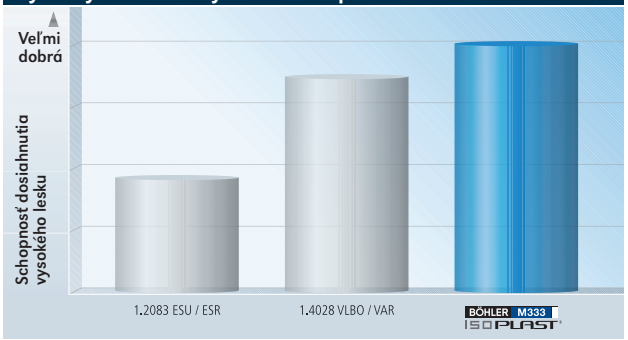
CHARAKTERISTIKA

Vďaka revolučnej optimalizácii obsahu legovacích prvkov a technológii elektrotroskového pretavovania pod tlakom DESU disponuje táto oceľ vynikajúcou leštiteľnosťou a súčasne húževnatosťou, veľmi dobrou odolnosťou proti korózii a zlepšenou tepelnou vodivosťou. Tento súhrn pozitívnych vlastností zaručuje úsporu nákladov s výrazným znížením pracnosti pri leštení dielov s vysokým leskom, vysokú životnosť vložiek foriem (zníženie nákladov na údržbu a opravy foriem), vyššiu bezpečnosť proti vzniku lomu a zvýšenie produktivity skrátením pracovného cyklu.

Výhody Böhler M333 ISOPLAST

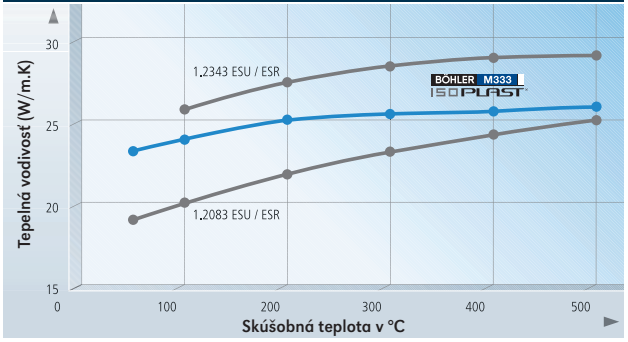
- Optimálna leštiteľnosť pre dosiahnutie vysokého lesku
- Vylepšená tepelná vodivosť
- Mimoriadna húževnatosť a tvrdosť
- Veľmi dobrá odolnosť proti korózii

Rýchly a vysokokvalitný vyleštený povrch za najkratší čas
Výsledky z laboratórnych testov a z praxe



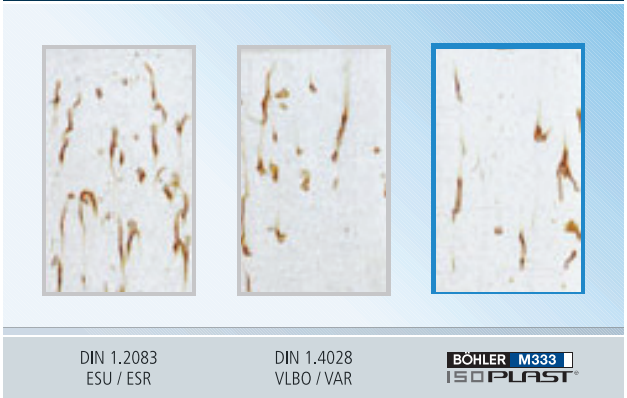
Stredná hodnota bola získaná z vyhodnotení výsledkov viacerých firiem v Rakúsku a Nemecku. Vyhodnocovaných bolo vždy 6 vzoriek z každého materiálu po mechanickom a ručnom leštení.

Nižší čas cyklu a vyššia produktivita z dôvodu zlepšenej tepelnej vodivosti.



Zdroj: Materiálové výskumné centrum v Leoben.

Nižšie náklady na údržbu vďaka zlepšenej odolnosti proti korózii.
Výsledky skúšok testu soľnou sprchou podľa DIN 50021

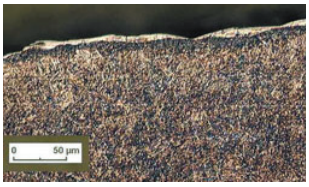


Tepelné spracovanie vzorky: kalenie 1 000 °C / ochladzovanie – olej, popúšťanie 250 °C / 2 x 2 hodiny

Vplyv podmienok obrábania na leštiteľnosť

Vysoký stupeň čistoty zaručuje oceli Böhler M333 ISOPLAST dobrú obrobiteľnosť technológiami EDM (elektroerozívne obrábanie). Testy zároveň však ukázali, že pri obrábaní dutiny formy (už v stave po zakalení a popustení na cca 50 HRC) frézovaním je čas potrebný na vyleštenie do vysokého lesku o 20 % nižší ako po predchádzajúcom obrobení dutiny elektroerozívnym obrábaním.

Stav povrchu po frézovaní tvrdokovovým nástrojom



Stav povrchu po elektroerozívnom hĺbení medenou elektródou

POUŽITIE

Formy pre spracovanie chemicky agresívnych plastov (napr. PVC) a plastov s abrazívnymi plnivami.
Vďaka vynikajúcej leštiteľnosti je Böhler M333 ISOPLAST obzvlášť vhodná pre formy na výrobu šošoviek a iných optických výrobkov ako napr. okuliare a časti kamier.
Böhler M333 ISOPLAST v spojení s rámom z antikoróznej ocele Böhler M315 EXTRA spolu tvoria formu odolnú proti korózii.

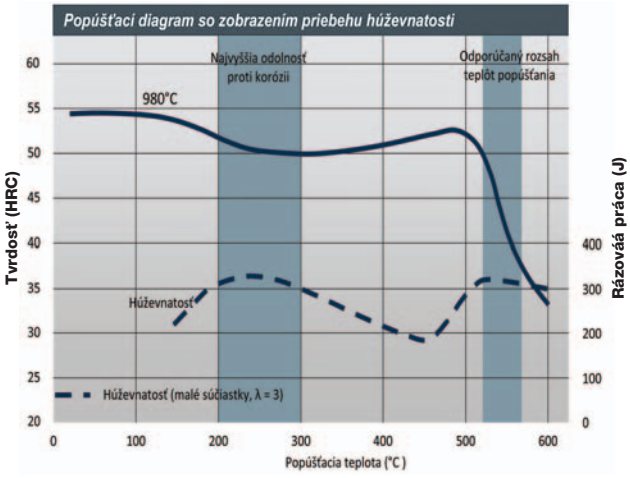
TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 650 °C
Po prehriati v celom priereze výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére, následné pomalé chladnutie v peci.

KALENIE
980 °C až 1 000 °C, možné rýchle ochladenie $\lambda < 10$
980 °C teplota odporúčaná pre veľké formy (hrúbka > 80 mm), kalenie vo vákuu – ochladzovanie N_2.
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.

POPÚŠŤANIE

Bezprostredne po kalení pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu. Výdrž na teplote 1 hodinu na 20 mm hrúbky, najmenej však 2 hodiny, ochladzovanie na vzduchu. Odporúčané je popúšťať minimálne 2 krát.
Popúšťanie pri nízkych teplotách prináša najlepšiu kombináciu húževnatosti, tvrdosti a odolnosti proti korózii. Najlepší stav vnútorných zvyškových napätí sa dosahuje pri vysokoteplotnom popúšťaní (teplota > 510 °C). Vysokoteplotné popúšťanie je dôležité pri veľkých formách a keď po tepelnom spracovaní sa realizuje elektroerozívne opracovanie alebo povrchové tepelné spracovanie. K dosiahnutiu optimálnej kombinácie všetkých materiálových vlastností je dôležité použiť východiskový materiál s rozmerom blízkym ku finálnemu rozmeru.



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	22,9	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Modul pružnosti	216 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická	

Fyz. vl. medzi 20 °C a ... °C	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	10,5	11,0	11,0	11,5	12,0

Fyz. vlastnosť pri rôz. teplot. °C	100	200	300	400	500
Modul pružnosti x 10³[N/mm²]	212	205	198	190	180

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané, predhrubované, IBO ECOMAX, mm

20,5	25,5	30,5	35,8	40,8	45,8	50,8	55,8
60,8	66,0	71,0	76,0	81,0	86,0	91,0	101,5
111,5	121,5	131,5	151,5	162,0	172,0	182,0	202,0
302,5							

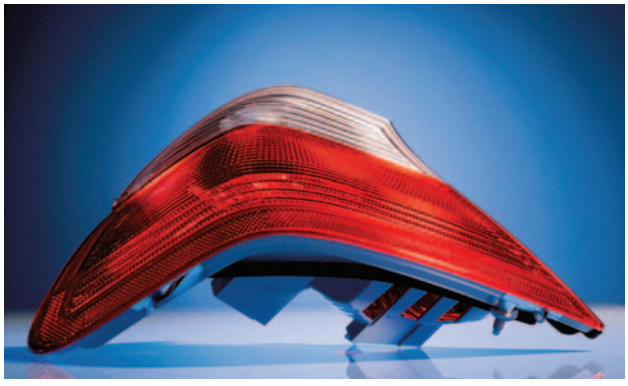
▬ Ploché tyče, žíhané, tryskané

Šírka mm	Hrúbka mm	
	50	100,0
200,0	▬	▬
400,0	▬	▬

▬ Platne žíhané ALLPLAN

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	202,0	303,0

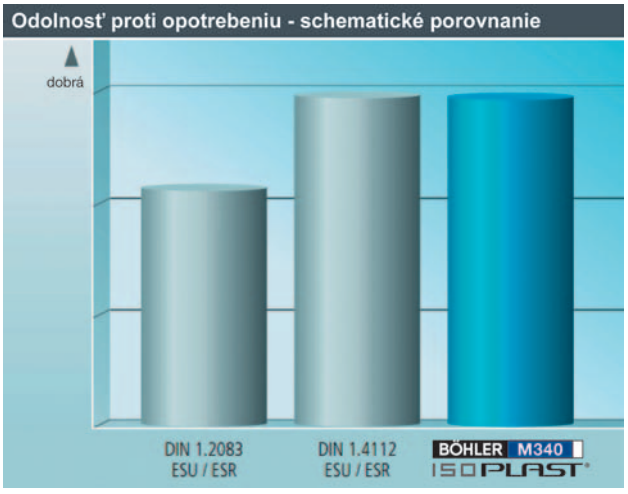


Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	ostatné		
Obsah prvkov v %	0,54	0,45	0,40	17,30	1,10	0,10	+N		
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 260 HB**								

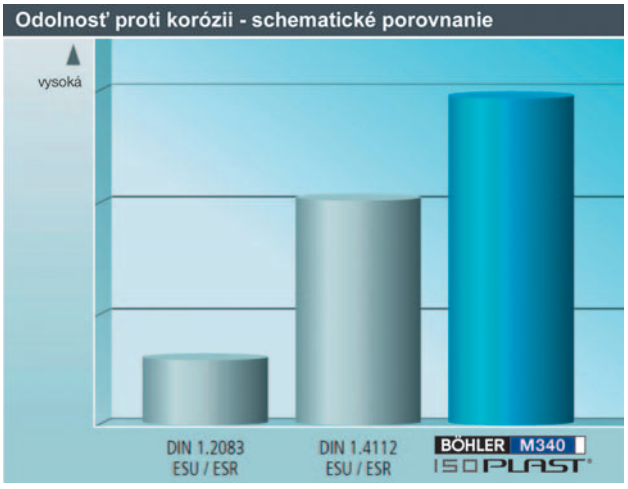
CHARAKTERISTIKA

Vysokovýkonná kaliteľná oceľ pre formy na plasty s charakteristickými vlastnosťami:

- vysoká odolnosť proti korózií
- dobrá prekaliteľnosť a vysoká dosiahnuteľná tvrdosť po kalení
- jemná karbidická štruktúra
- dobrá rozmerová stabilita po príslušnom tepelnom spracovaní
- veľmi dobrá odolnosť proti opotrebeniu
- dobrá obrábateľnosť
- dobrá leštiteľnosť



Tepelné spracovanie s vysokou popúšťacou teplotou



Tepelné spracovanie s nízkou popúšťacou teplotou

Výhody, ktoré robia oceľ Böhler M340 ISOPLAST hospodárnou:

Pri výrobe nástroja

- Dobrá obrobiteľnosť
- Rovnomerná vysoká kvalita
- Dobrá leštiteľnosť
- Rozmerová stabilita
- Technická pomoc a poradenstvo pri výrobe a použití nástroja

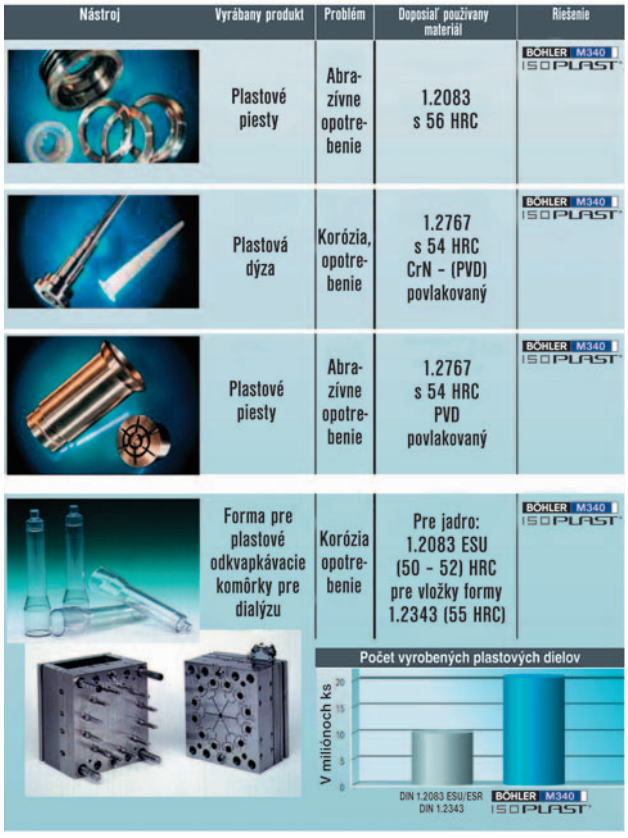
Pri použití nástroja

- Vhodná pre diely najvyššej presnosti
- Spracovanie plastov s abrazívnymi a korozívnymi plnivami
- Vyššie teploty spracovania
- Vysoká životnosť častí namáhaných na oter
- Vysoká celková kvalita

POUŽITIE

Nástroje a formy pre spracovanie plastov napr. závitovkové podávače. Strojné nože pre potravinársky priemysel, podávače a tlačníky pre farmaceutický priemysel.

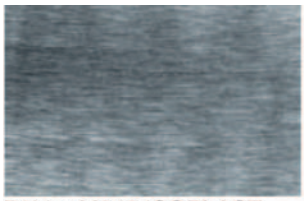
Oblasti použitia z praxe:

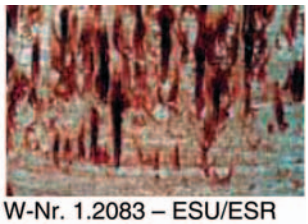


Nástroj	Vyrábany produkt	Problém	Doposiaľ používaný materiál	Riešenie
	Plastové piesty	Abrazívne opotrebenie	1.2083 s 56 HRC	BÖHLER M340 ISOPLAST
	Plastová dýza	Korózia, opotrebenie	1.2767 s 54 HRC CrN - (PVD) povlakovaný	BÖHLER M340 ISOPLAST
	Plastové piesty	Abrazívne opotrebenie	1.2767 s 54 HRC PVD povlakovaný	BÖHLER M340 ISOPLAST
	Forma pre plastové odkvapkávacie komôrky pre dialýzu	Korózia opotrebenie	Pre jadro: 1.2083 ESU (50 - 52) HRC pre vložky formy 1.2343 (55 HRC)	BÖHLER M340 ISOPLAST

ODOLNOSŤ PROTI KORÓZII PODĽA DIN 50021

Porovnanie Böhler M340 ISOPLAST s oceľou W-Nr.: 1.2083 – ESU, popúšťané pri nízkej teplote. ***(Test soľná sprcha podľa DIN 50021).***

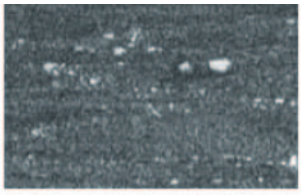

Böhler M340 ISOPLAST


W-Nr. 1.2083 – ESU/ESR

ŠTRUKTÚRA

Porovnanie Böhler M340 ISOPLAST s W-Nr.: 1.4112 – ESU. Jemná homogénna štruktúra vedie k dobrej obrábateľnosti a dobrým úžitkovým vlastnostiam.

Böhler M340 ISOPLAST


W-Nr. 1.4112 – ESU/ESR

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 050–850 °C

ŽÍHANIE NA MÄKKO
800 až 850 °C
Ochladzovanie v peci.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca. 650 °C
Po prehriati v celom priereze výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére, následné pomalé chladnutie v peci.

KALENIE
980 °C až 1 000 °C
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **15 až 30 minút**.
Ochladzovacie prostredie: olej.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Odporúčame **minimálne 2 krát popúšťať**. Výdrž na popúšťacej teplote **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, avšak minimálne 2 hodiny. Orientačné hodnoty dosiahnuteľných tvrdostí sú uvedené v popúšťacom diagrame.

Štruktúra v žíhanom stave
Ferit + karbid

Štruktúra po tepelnom spracovaní
Martenzit + karbid

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané, predhrubované, IBO ECOMAX, mm

6,3	12,5	16,5	20,5	25,5	30,5	35,8	40,8
50,8	60,8	66,0	71,0	81,0	91,0	101,5	111,5
121,5	131,5	151,5	162,0	182,0	202,0	302,5	

▬ Ploché tyče, žíhané

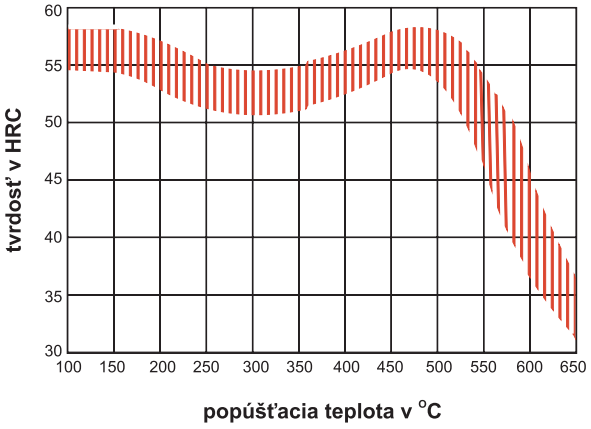
Šírka mm	Hrúbka mm					
	30,0	40,0	50,0	60,0	80,0	101,5
303,0						▬
400,0	▬	▬	▬	▬	▬	

▬ Platne, žíhané ALLPLAN

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	303,0

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM



FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,70	kg/dm³
Tepelná vodivosť	18,2	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Modul pružnosti	219 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická	

Fyz. vl. medzi 20 °C a... °C	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	10,88	10,78	11,21	11,61	11,90

Fyz. vlastnosť pri rôz. tepl. v °C	100	200	300	400	500
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	215	209	201	193	183

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	ostatné		
Obsah prvkov v %	0,54	0,45	0,40	17,30	1,10	0,10	+ N		
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 280 HB**								

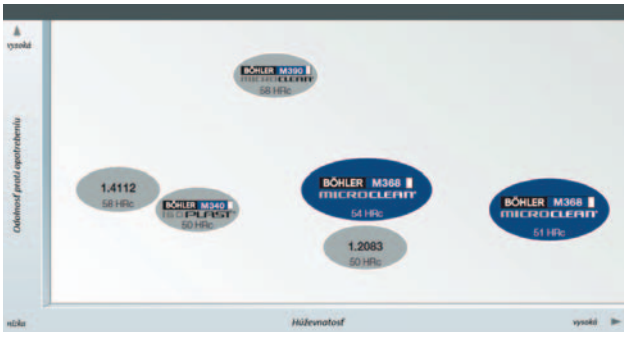
CHARAKTERISTIKA

Martenzitická chrómová oceľ, odolná proti korózii, vyrábaná práškovou metalurgiou. Vďaka koncepcii legovania oceľ Böhler M368 MICROCLEAN ponúka vysokú odolnosť proti opotrebovaniu pri vysokej húževnatosti a vysokú odolnosť proti korózii.

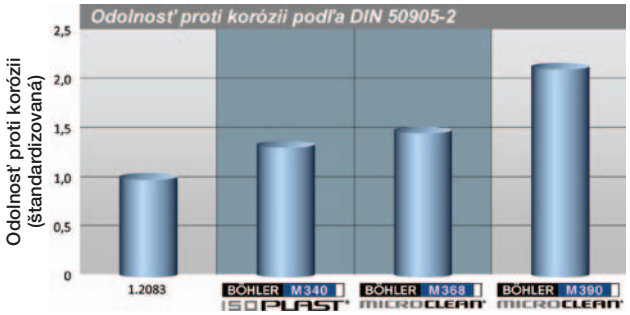
VLASTNOSTI

- Vysoká odolnosť proti opotrebeniu
- Vysoká húževnatosť
- Vysoká odolnosť proti korózii
- Výborná brúsiteľnosť
- Dobrá leštiteľnosť
- Vysoká rozmerová stálosť

UMIESTNENIE PRODUKTU

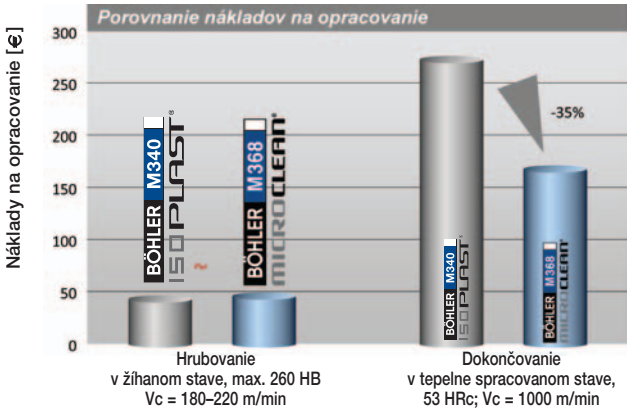


Odolnosti proti korózii



Vzorky z bloku 403x303 mm, vysokoteplotne popúšťané
Korózne médium: vriaca 20% kyselina octová, 24 hod.

Náklady na opracovanie



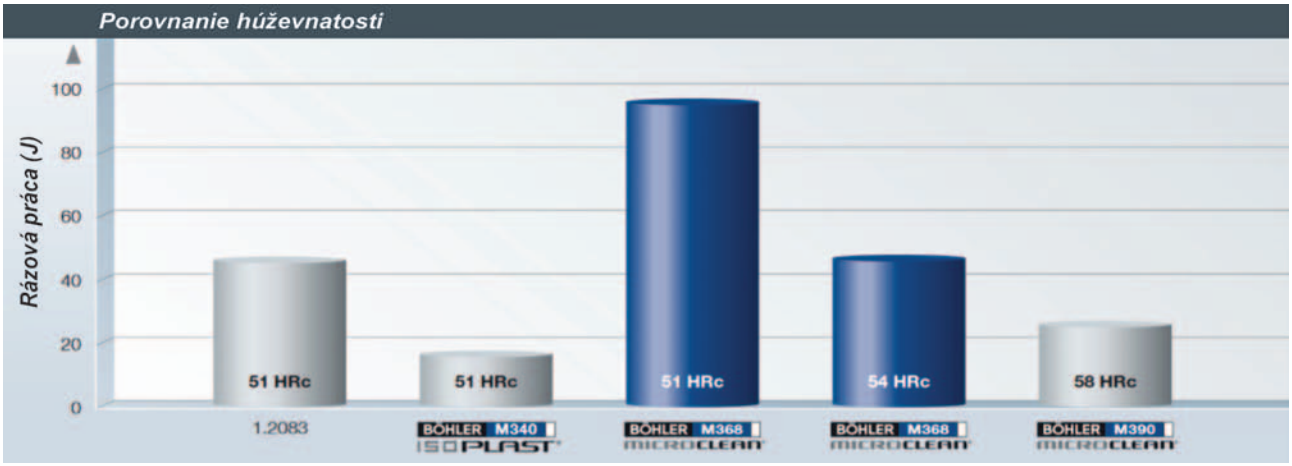
VÝHODY

- Výroba veľkých nástrojov
- Dlhá životnosť nástroja
- Reprodukovateľnosť výrobných procesov
- Vysoko presné komponenty

POUŽITIE

- Lisovacie vložky
- Formy pre spracovanie chemicky agresívnych plastov, ktoré obsahujú vysoko abrazívne plnivá
- Formy a nože pre potravinársky priemysel
- Závitovky pre vstrekovacie lisy
- Podložky pre vstrekovacie valce

Húževnatosť



Vzorky z bloku 403x303 mm, vysokoteplotne popúšťané
Veľkosť vzorky: 10 x 7 x 55 mm

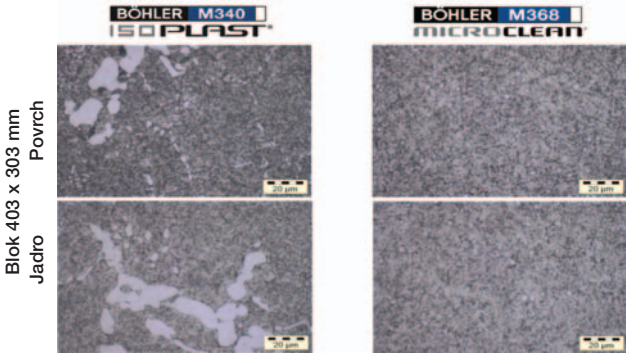
TEPELNÉ SPRACOVANIE

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
650 až 700 °C
Po prehriati v celom priereze výdrž na teplote **1 až 2 hodiny** v neutrálnej atmosfére. Následné pomalé chladnutie v peci.

KALENIE
980 až 1 000 °C, N_2
Výdrž na kaliacej teplote **15 až 30 min.**
U veľkých foriem odporúčame teplotu kalenia 980 °C a teplotu popúšťania vyššiu ako 520 °C.

POPÚŠŤANIE
Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Výdrž na popúšťacej teplote **1 hodinu na 20 mm** hrúbky, avšak **minimálne 2 hodiny**. Ochladzovanie na vzduchu. Odporúčame popúšťať **3 krát**. Pre optimálnu kombináciu dobrej odolnosti proti korózii, najvyššej odolnosti proti opotrebeniu a húževnatosti odporúčame popúšťať pri teplote vyššej ako 520 °C. V tomto prípade bude dosiahnutá odolnosť proti korózii vhodná pre väčšinu aplikácií pre formy na plasty. Pre najvyššiu odolnosť proti korózii je vhodné popúšťať pri teplote cca 300 °C.
Dosiahnuteľná tvrdosť **48 – 55 HRC**.

Mikroštruktúra po kalení a popustení



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané, IBO ECOMAX, mm							
25,5	50,8	60,8	71,0	81,0	91,0	101,5	182,0

● Kruhové tyče, žíhané, ECOBLANK h9, mm
6,3

▬ Platne žíhané ALLPLAN

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov, max. šírka 403,0 mm

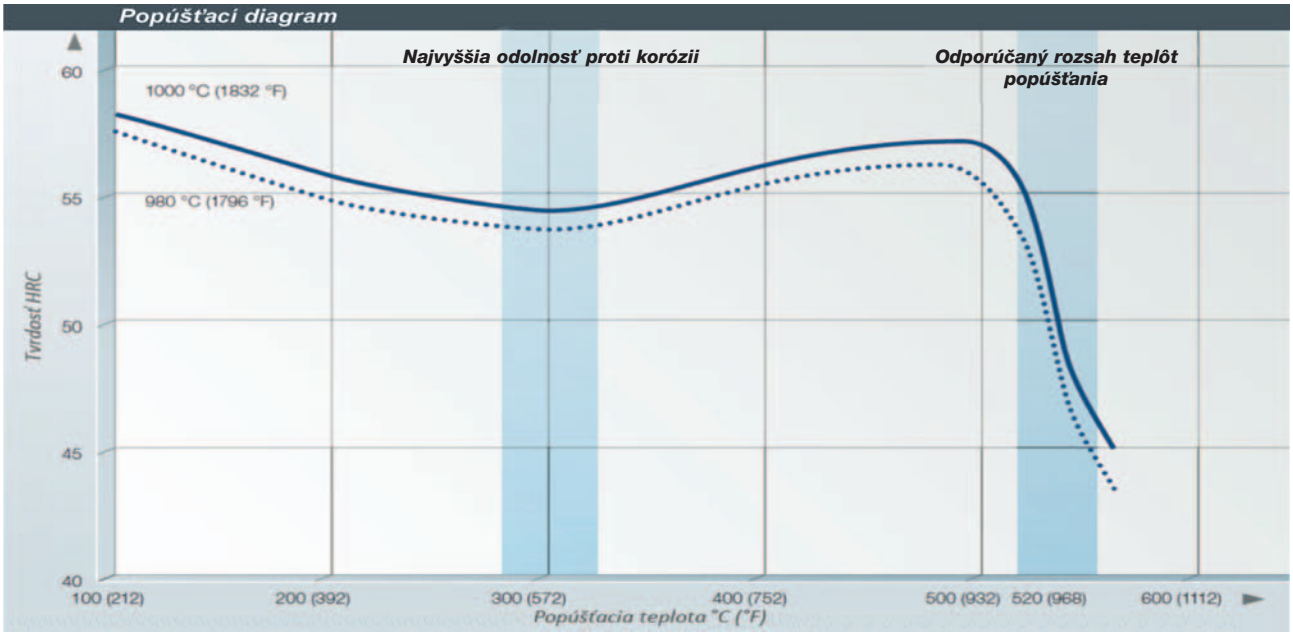
Hrúbka v mm	303,0

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,7	kg/dm³
Merná tepelná kapacita	460	J/(kg.K)
Modul pružnosti	219 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická	

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6} m/m.K]	10,30	10,82	11,20	11,56	11,87

Fyz. vlast. pri rôz. tepl. v °C	100	200	300	400	500
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	215	209	201	193	183

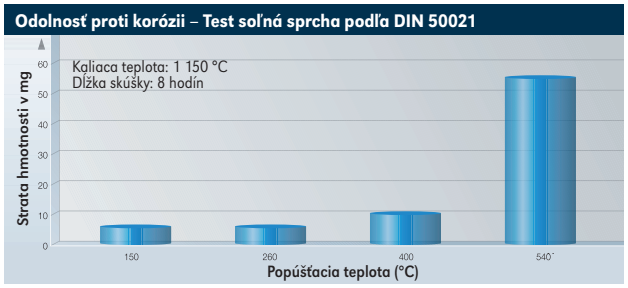


Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	W		
Obsah prvkov v %	1,90	0,70	0,30	20,0	1,0	4,0	0,60		
Normy	Špeciálna akosť Böhler								
Stav pri dodaní	Žíhaná na mäkko **max. 280 HB**								

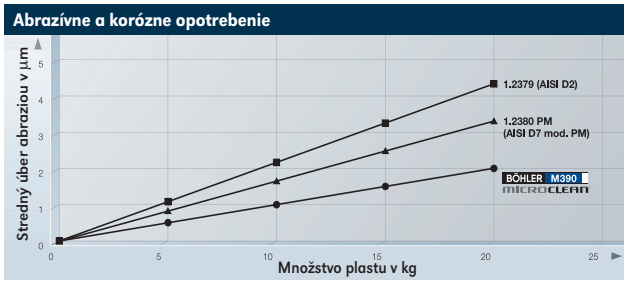
CHARAKTERISTIKA

Martenzitická chrómová oceľ odolná proti korózii vyrábaná práškovou metalurgiou. Štruktúra je tvorená veľkým podielom malých jemnozrnných karbidov chrómu a vanádu v základnej matrici s minimálne 12% Cr, čo zabezpečuje materiálu viacero výhod:

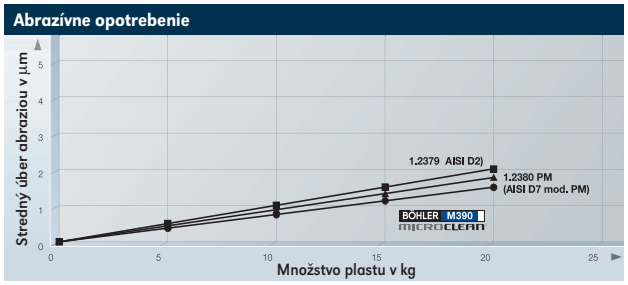
- Extrémne vysoká odolnosť proti abrazívnemu opotrebovaniu
- Vysoká odolnosť proti korózií
- Veľmi dobrá brusiteľnosť
- Schopnosť dosiahnutia vysokého lesku
- Vysoká húževnatosť
- Minimálne rozmerové zmeny
- Lepšia odolnosť proti vibráciám a mechanickým nárazom



Pre najvyššiu odolnosť proti korózii sa aplikuje zmrazovanie s následným popúšťaním pri nízkych teplotách

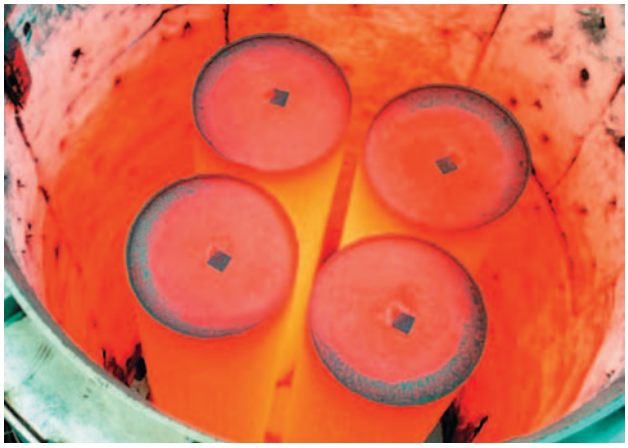


Plast: Polyethersulfon (PES) Obchodné meno – Ultrason E2010G6, podiel sklených vlákien: 30 hmot. %, teplota: 400 °C



Plast: Polyamid 66 (PA66) Obchodné meno – Ultramid A3WG6, podiel sklených vlákien: 30 hmot. %, teplota: 300 °C

Skúšky foriem vyrobených z materiálov 1.2379, 1.2380PM a Böhler M390 MICROCLEAN ukazujú, že Böhler M390 MICROCELAN vykazuje najlepšiu odolnosť pri vstrekovaní plastu s čisto abrazívnym účinkom s 30%-ným podielom sklených vlákien pri 300 °C, ako aj pri pôsobení abrazívneho a korozívneho účinku pri vstrekovaní plastu PES s 30%-ným podielom sklených vlákien pri 400 °C. Pri spracovaní korózne aktívnych síričitých produktov ako pri spracovaní PES, rastie opotrebenie u 1.2379 o 250 % a 1.2380 PM o 200 %. Pri M390 MICROCLEAN spôsobuje dodatočný korozívny účinok zvýšenie opotrebenia len o 30 %.



Kapsule naplnené práškom, v peci pri procese výroby ocele technológiou práškovej metalurgie, počas izostatického lisovania za tepla – HIP

POUŽITIE

Formy na spracovanie chemicky agresívnych plastických hmôt s obsahom silne abrazívnych prísad, formy na spracovanie duroplastov, formy pre výrobu čipov pre elektronický priemysel, vložky foriem pre výrobu CD a DVD. Závitovky (šneky) pre vstrekovacie stroje, opláštenie vstrekovacích valcov.
Böhler M390 MICROCLEAN vďaka svojim vynikajúcim vlastnostiam má široké uplatnenie aj v iných odvetviach: rezné chirurgické nástroje v medicíne, nosné časti strojov a rôzne druhy nožov v potravinárskom priemysle, lovecké poľovnícke, umelecké nože v nožiarskom priemysle.

ŽÍHANIE NA ODSTRÁNENIE PNUTÍ
cca 650 °C
Po prehriati v celom priereze výdrž na teplote **4 hodiny** v neutrálnej atmosfére, následné pomalé chladnutie v peci do 300 °C a potom na vzduchu.

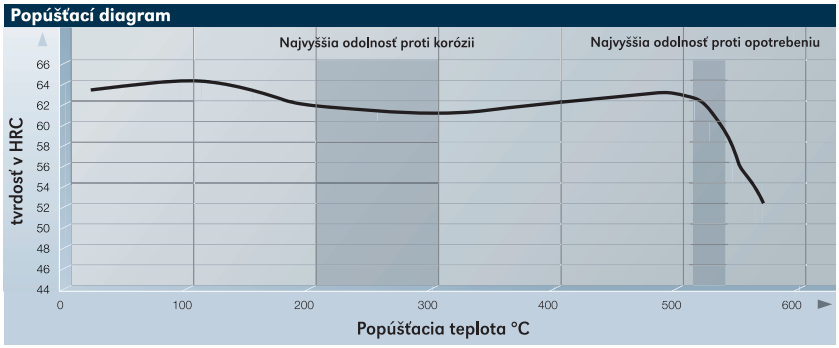
KALENIE
1 100 °C až 1 180 °C
Výdrž na austenitizačnej teplote po prehriati v celom priereze **20 až 30 minút** pri kaliacej teplote 1 100 až 1 150 °C, **5 až 10 minút** pri pri kaliacej teplote 1 180 °C. **Ochladzovacie prostredie: olej, N_2.**

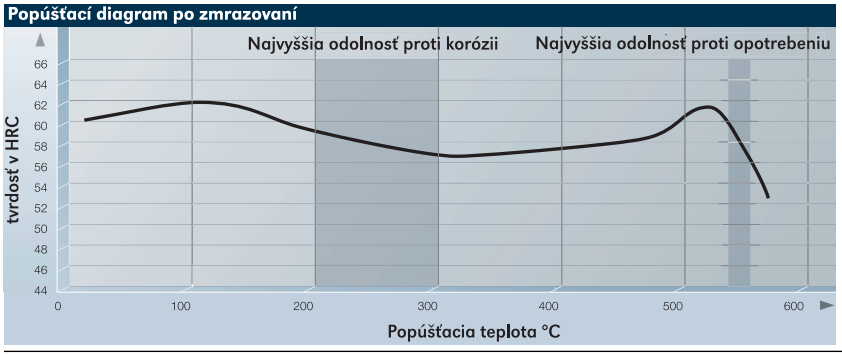
POPÚŠŤANIE
Popúšťanie pre najvyššiu odolnosť proti korózii
Zmrazovanie k premene zvyškového austenitu. Pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu bezprostredne po kalení. Odporúčame **minimálne 2 krát popúšťať**. Výdrž na popúšťacej teplote **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, avšak minimálne 2 hodiny. Orientačné hodnoty dosiahnuteľných tvrdostí sú uvedené v popúšťacom diagrame. **Popúšťacie teploty: 200–300 °C.**

Popúšťanie pre najvyššiu odolnosť proti opotrebeniu
Pre dosiahnutie maximálnej premeny zvyškového austenitu na martenzit odporúčame bezprostredne po kalení realizovať zmrazovanie, je však nutné zohľadniť tvar nástroja, nakoľko hrozí riziko vzniku napäťových trhlín. Pri aplikácii zmrazovania voliť teploty kalenia ≥ 1 150 °C. Následne pomalý ohrev na popúšťaciu teplotu. Odporúčame popúšťať 3 krát. Výdrž na popúšťacej teplote **1 hodinu** na **20 mm** hrúbky, avšak minimálne 2 hodiny. Orientačné hodnoty dosiahnuteľných tvrdostí sú uvedené v popúšťacom diagrame. Tretie popúšťanie je nutné pre dosiahnutie úplnej premeny zvyškového austenitu. Teplotu voliť 20 °C nad maximom sekundárnej tvrdosti.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Vákuové kalenie: 1150 °C / 30 min/N_2, 5 bar
Popúšťanie 2 x 2 hodiny
Prierez skúšobnej vzorky: Kr 20,5 x 15 mm





ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané, predhrubované, IBO ECOMAX, mm

6,3	12,5	17,3	20,5	25,5	30,8	35,8	40,8
45,8	50,8	55,8	60,8	66,0	71,0	76,0	81,0
86,0	102,0	127,0	152,0	182,0	206,0		

▬ Platne žíhané ALLPLAN

Možnosť delenia z platní podľa požadovaných rozmerov

Hrúbka v mm	343

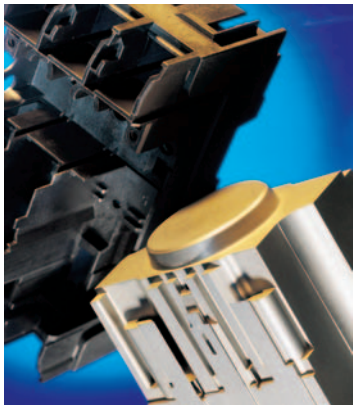
▬ Ploché tyče, žíhané, ALLPLAN

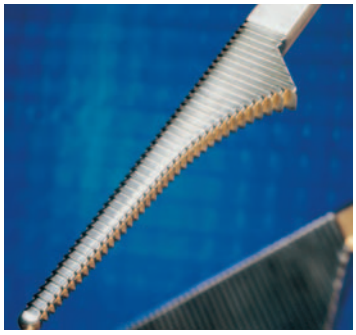
Šírka mm	Hrúbka mm			
	20,5	30,8	40,8	50,8
101,5	▬			
202,0	▬			▬
302,5		▬	▬	▬

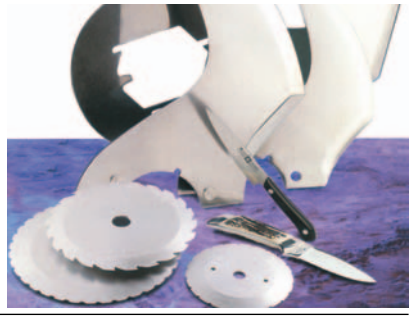
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,54	kg/dm³
Tepelná vodivosť	16,5	W/(m.K)

Fyz. vl. medzi 20 °C a ... °C	100	200	300	400	500
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	10,4	10,7	11,0	11,2	11,6







Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	N			
Obsah prvkov v %	0,30	0,60	0,40	15,00	1,00	0,40			
Normy	EN / DIN < 1.4108 >, X30CrMoN15-1								
Stav pri dodaní	Žíhaná **max. 230 HB**								

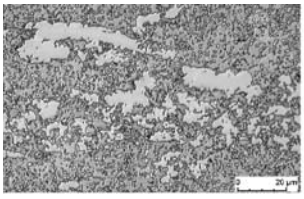
CHARAKTERISTIKA

Martenzitická Cr-Mo oceľ odolná proti korózii vyrábaná elektrotroskovým pretavovaním pod tlakom – DESU. V porovnaní s konvenčne vyrábanými Cr alebo Cr-Mo oceľami má zlepšenú odolnosť proti korózii a taktiež húževnatosť pri vysokej tvrdosti prípadne pevnosti v tlaku.

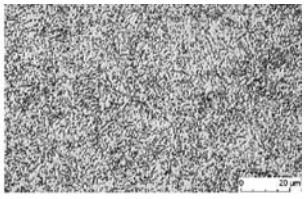
POUŽITIE

Valivé ložiská odolné proti korózii, komponenty odolné proti opotrebeniu používané napr. v leteckom, medicínskom, farmaceutickom, potravinárskom priemysle a taktiež v priemysle pri spracovaní plastov.

POROVNANIE MIKROŠTRUKTÚRY



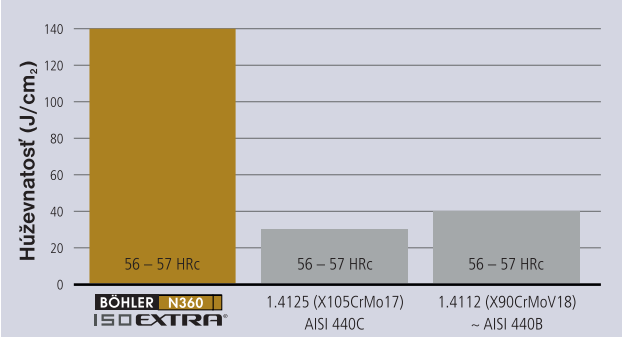
EN / DIN 1.4125, X105CrMo17, AISI 440 C



BÖHLER N360 ISOEXTRA®

POROVNANIE HÚŽEVNATOSTI

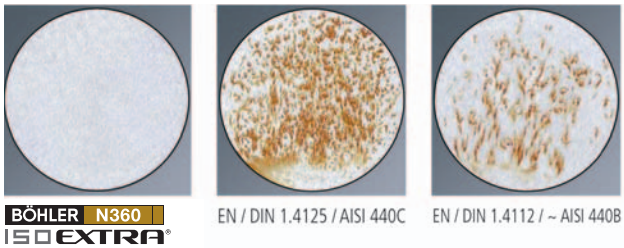
Skúšobná vzorka: 7 x 10 x 55 mm
Odber vzorky: z kruhovej tyče ∅ 60 mm – pozdĺžne



Böhler N360 ISOEXTRA: Kalenie: 1000 °C / 30 min / olej;
Zmrazovanie: –80 °C / 1 h / vzduch
Popúšťanie: 2x 200 °C / 2h / vzduch
1.4125 / AISI 440C: Kalenie: 1020 °C / 30 min / olej;
Popúšťanie: 2x 200 °C / 2h / vzduch
1.4112 / ~AISI 440B: Kalenie: 1020 °C / 30 min / olej;
Popúšťanie: 2x 200 °C / 2h / vzduch

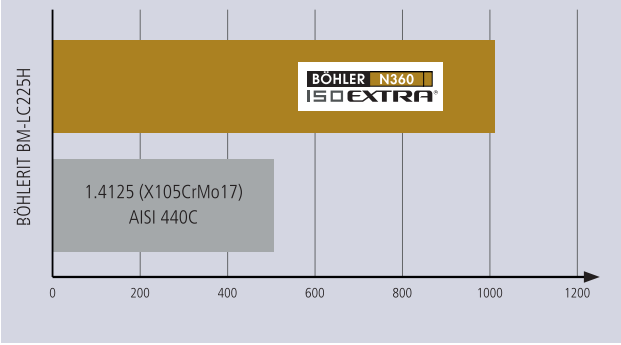
POROVNANIE ODOLNOSTI PROTI KORÓZII

Test – soľná sprcha podľa DIN 50021
Kalené + popúšťané (180 °C)
Priemer: kruhová tyč 60 mm



POROVNANIE OBRÁBATEĽNOSTI

Böhler N360 ISOEXTRA a W.-Nr.: 1.4125



Objem oprac. materiálu v cm³
V = 250 m/min, f = 0,20 mm / U

TEPELNÉ SPRACOVANIE

Teplota tvárnenia	1 220–1 000 °C

KALENIE
1 000 °C až 1 050 °C / olej alebo N_2

POPÚŠŤANIE
200 až 475 °C
V prípade potreby možno medzi kalenie a popúšťanie zaradiť zmrazovanie pri **–70 °C až –80 °C**

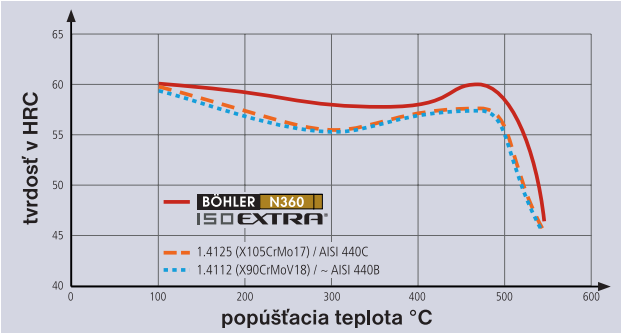
Tepelné spracovanie pre získanie tvrdosti nad 58 HRC:
KALENIE
1030 °C / 30 min / olej

ZMRAZOVANIE
–80 °C / 2h / vzduch

POPÚŠŤANIE
200 °C / 2 x 2 h / vzduch

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Kalenie: 1030 °C / 30 min / olej
Zmrazovanie: –80°C / 1h / vzduch
Popúšťanie 2 x 2 hodiny/vzduch
Prierez skúšobnej vzorky: štvorhran 20 mm



ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané **ITh9**, lesklá, ťahaná, mm							
6,0	8,0	10,0					

● Kruhové tyče, žíhané **ITh11**, lesklá, ťahaná,mm							
12,7	13,5	14,5	19,5	25,4	36,1	40,0	52,0
60,0	82,0	90,0					

● Kruhové tyče, žíhané **ITh12**, lesklá, ťahaná,mm
130

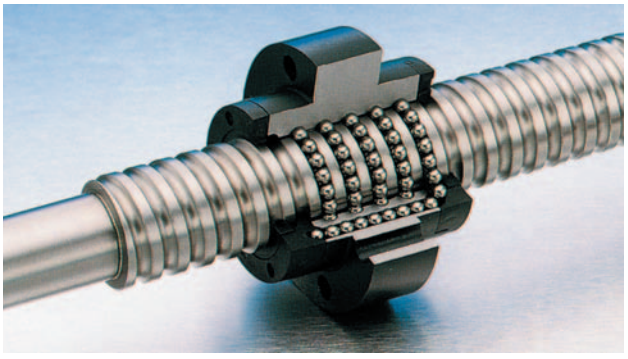
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálna vlastnosť pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,72	kg/dm³
Tepelná vodivosť	14,0	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	430	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,8	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	223 x 10³	N/mm²

Magnetické vlastnosti	magnetická

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,4	10,8	11,2	11,6	11,9

Fyz. vl. pri rôz. tepl. v °C	**100**	**200**	**300**	**400**
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	217	209	201	192



Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Co		
Obsah prvkov v %	1,08	0,40	0,40	17,30	1,10	0,10	1,50		
Normy	EN / DIN < 1.4528 >, X105CrCoMo18-2								
Stav pri dodaní	Žíhaná na **max. 285 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Antikorózna, martenzitická Cr oceľ s prísadou Co, Mo a V. Pre nástroje a súčiastky vyžadujúce vysoké tvrdosti. Pre optimálnu odolnosť proti korózii povrch musí byť jemne brúsený alebo leštený. Z novej výroby možnosť dodania aj v stave elektrotroskovo pretavovanom ako **BÖHLER N690 ISOEXTRA**.

POUŽITIE

Používa sa pre kalené rezné nástroje s vynikajúcou stálosťou ostria ako napríklad čepele nožov, chirurgické rezné nástroje, rotačné nože pre spracovanie mäsa, valivé ložiská odolné proti korózii, ihly ventilov a piesty pre chladiace stroje.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

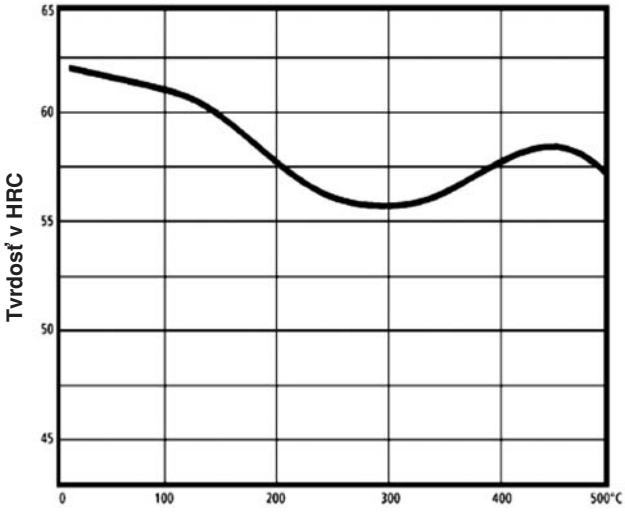
ŽÍHANIE:
800 až 850 °C / pec

KALENIE
1 030 až 1 080 °C / olej

POPÚŠŤANIE
100 až 200 °C / 2 x 1 h
Dosiahnuteľná tvrdosť **58–60 HRC**.

POPÚŠŤACÍ DIAGRAM

Čas popúšťania: 2 x 1 h
Skúšobná vzorka: štvorhran 20 mm



Popúšťacia teplota v °C

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané, mm							
20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0

● Kruhové tyče, žíhané, predhrubované ITk12, mm							
60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	90,0	100,0	105,0
110,0	120,0						

● Kruhové tyče, žíhané, predhrubované, mm							
130,0	140,0	150,0	160,0	170,0	200,0		

▬ Plechy valcované za tepla, žíhané						
Hrúbka v mm	1,6	2,5	3,0	3,5	4,0	4,12
	4,5	5,0	5,5	7,0		

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálne vlastnosti pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,7	kg/dm³
Merná tepelná kapacita	430	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,80	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	223 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická	

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	**100**	**200**	**300**	**400**	**500**
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,4	10,8	11,2	11,6	11,9

Fyz. vl. pri rôz. tepl. v °C	**100**	**200**	**300**	**400**
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	217	209	201	192

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Nb		
Obsah prvkov v %	0,04	0,25	0,40	15,30	4,50	3,25	0,30		
Normy	EN / DIN < 1.4542 >, < 1.4548 > X5CrNiCuNb16-4, X5CrNiCuNb17-4-4, AISI 630								
Stav pri dodaní	Uvedený pri dodávanom sortimente								

CHARAKTERISTIKA

Antikorózna, martenzitická, precipitačne vytvrditeľná Cr-Ni-Cu oceľ s vysokou pevnosťou a húževnatosťou. Ďalšie zvyšovanie pevnosti môže byť dosiahnuté tvárnením za studena a nasledovaným precipitačným vytvrdením.
Vhodná pre použitie do 350 °C, krátkodobo až do teploty 50 °C pod teplotou vytvrdzovania.
Dostupná aj elektrotroskovo pretavovaná ako **BÖHLER N700 ISOEXTRA** a pretavovaná vo vákuu **BÖHLER N700 VMR**.

POUŽITIE

Použitie pre letecký a raketový priemysel, všeobecné strojárstvo, energetiku a pre meraciu a regulačnú techniku.

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálne vlastnosti pri teplote 20 °C	Hodnota	Jednotka
Hustota	7,8	kg/dm³
Tepelná vodivosť	16	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	500	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,71	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	200 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická	

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	100	300
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K]	10,9	11,1

Fyz. vl. pri rôz. tepl. v °C	100	200	300	400
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	195	185	175	170

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané max. 363 HB, mm

12	15	20	25	30	35	40	45
50	60	65	80	100			

● Kruhové tyče, precipitačne vytvrdené H1150 (931–1 081 N/mm²), IT h11, mm

30	40	50	70	80	90	100	

● Kruhové tyče, precipitačne vytvrdené H1025 (1 070–1 220 N/mm²), brúsené alebo predhrubované IT h11, mm

6	8	10	12	14	15	16	18
20	22	25	26	28	30	32	34
36	38	40	42	45	50	55	60
65	70	80	90	100	110	120	130

● Kruhové tyče, precipitačne vytvrdené H1025 (1 070–1 220 N/mm²), predhrubované IT h14, mm

140	150	160	170	180	190	200	

● Kruhové tyče, žíhané na mäkko max. 363 HB, predhrubované IT h11, mm

25	30	35	40	42	45		

● Kruhové tyče N700 VMR, žíhané na max. 363 HB, leštené, mm

25	30	35	40	42	45		

▬ Plechy N700 ISOEXTRA, žíhané, šírka 1000 mm, dĺžka 2000 mm, hrúbka v mm

4	6

▬ Plechy N700 ISOEXTRA, precipitačne vytvrdené hrúbka v mm*

2	3	10	12	15

*na zistenie presného formátu plechov nás prosím kontaktujte

▬ Ploché tyče N700 VMR, precipitačne vytvrdené H1025 1070–1 220 N/mm², predhrubované alebo brúsené

Šírka mm	Hrúbka mm																	
	10,0	12,0	15,0	16,0	20,0	25,0	28,0	30,0	35,0	40,0	42,0	44,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
30,0					▬													
45,0									▬									
50,0			▬			▬				▬								
60,0					▬			▬		▬								
70,0							▬											
78,0														▬				
80,0						▬				▬								
86,0												▬						
88,0			▬		▬													
90,0															▬		▬	
100,0			▬					▬	▬				▬	▬			▬	
105,0											▬							
110,0						▬										▬		▬
120,0								▬						▬				
130,0	▬												▬					
150,0										▬								
152,0		▬		▬														
160,0					▬													
165,0													▬			▬		
170,0																	▬	
185,0				▬														

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Nb		
Obsah prvkov v %	0,04	0,30	0,60	14,90	5,10	3,30	0,30		
Normy	EN / DIN < 1.4545 >								
Stav pri dodaní	Uvedený pri dodávanom sortimente								

CHARAKTERISTIKA

Antikorózna, precipitačne vytvrditeľná oceľ s vysokou pevnosťou až do 315 °C. Dobrá húževnatosť a pevnosť v priečnom smere pri veľkých rozmeroch. Dostupná aj pretavovaná vo vákuu ako **BÖHLER N701 VMR**.

POUŽITIE

Pre súčiastky vyžadujúce dobrú odolnosť proti korózii, pevnosť a húževnatosť, pre letecký priemysel, čerpadlá a ventily určené pre vysokotlakové komponenty, hydraulické pohony.

TEPELNÉ SPRACOVANIE

ROZPÚŠŤACIE ŽÍHANIE:
1 025 až 1 050 °C / vzduch alebo voda

STÁRNUTIE (PRECIPITAČNÉ VYTVRDENIE)
PH590°C:
590 °C / 4h / vzduch
Dosiahnutá tvrdosť: **30–38 HRC**

PH550°C:
550 °C / 4h / vzduch
Dosiahnutá tvrdosť: **35–42 HRC**

PH495°C:
495 °C / 4h / vzduch
Dosiahnutá tvrdosť: **38–45 HRC**

PH480°C:
480 °C / 1h / vzduch
Dosiahnutá tvrdosť: **40–47 HRC**

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče N701 VMR, precipitačne vytvrdené na 965–1 100 N/mm², brúsené alebo predhrubované IT h11, mm

10	20	25	30	40	50		

● Kruhové tyče N701 VMR, precipitačne vytvrdené na 1 070–1 200 N/mm², brúsené alebo predhrubované IT h11, mm

10	12	14	16	18	20	25	30
32	36	40	45	50	55	60	65
70	80	90	100	110	120	150	170
200	220	250					

● Kruhové tyče N701 VMR, precipitačne vytvrdené na min. 1 070 N/mm², leštené IT h11, mm

10	16	20	25	30	40	45	50
55	60	65	70	80	90	100	110
120							

▬ Ploché tyče N701 VMR, precipitačne vytvrdené H1025 1 070–1 220 N/mm²

Šírka mm	Hrúbka mm							
	20	25	28	30	40	50	55	80
50				▬				
55					▬			
60	▬				▬			
70					▬			
75							▬	
80	▬				▬			
85							▬	
90						▬		
100		▬						
140					▬			
160			▬					▬

FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálne vlastnosti pri teplote 20 °C (PH480°C)	Hodnoty v stave žíhanom	Hodnoty v stave PH480°C	Jednotka
Hustota	7,78	7,8	kg/dm³
Merná tepelná kapacita	460	420	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,98	0,77	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	–	197 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	magnetická		

Fyz. vl. medzi [20 °C] a ... [°C]	90	100	200	300	315	400	425
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K] v stave žíhanom	–	10,8	10,8	11,2	–	11,3	–
Tepelná rozťažnosť [10⁻⁶m/m.K] v stave PH	10,8	–	10,8	–	11,3	–	11,7

Fyz. vl. pri rôz. tepl. v °C (PH480°C)	150	260	460
Tepelná vodivosť [W/(m.K)]	17,9	19,5	22,5

Chemické zloženie	C	Si	Mn	Cr	Ni				
Obsah prvkov v %	0,08	1,70	1,20	24,80	19,80				
Normy	EN / DIN < 1.4841 > X15CrNiSi25-20, AISI 314								
Stav pri dodaní	Žíhaná **max. 223 HB**								

CHARAKTERISTIKA

Žiaruvzdorná austenitická oceľ s vynikajúcimi vlastnosťami pri vysokých teplotách a vynikajúcou húževnatosťou. Žiaruvzdornosť na vzduchu až do 1 150 ° C. Dobrá odolnosť v oxidačných, dusíkatých plynoch a v plynoch s nízkym obsahom kyslíka. Stredná odolnosť v oxidačných plynoch s obsahom síry, ale nízka odolnosť v redukčných plynoch s obsahom síry. K skrehnutiu dochádza iba pri dlhodobom pôsobení v rozmedzí teplôt 650 až 900 °C, preto v nepretržitej prevádzke je odporúčaná teplota vyššia ako 950 °C.

POUŽITIE

V prevádzkach tepelného spracovania pre boxy, hrnce, mufle, tégliky a vane pre všetky druhy procesov tepelného spracovania, ako aj v sklárskom, porcelánskom, smaltovacom, cementárenskom a keramickom priemysle na dýzy horákov, obruče, segmenty a časti pre rotačné pece a pece typu Lepol. V strojárstve pre mriežky, ventily, vretená, miešacie časti, ochranné rúrky pre termočlánky, armatúry, skrutky, matice, nity. Pri pecných a kotlových zariadeniach na rošty a roštové segmenty, armatúry, dopravné prvky, podporné a zdvíhacie nosníky, koľajnice, radiálne valčeky, dvere, brány, puzdra, rekuperátory, ventilátory, predhrievače suspenzie, ofukovače rúrok. Pre ropný priemysel pre potrubia a rúrovité komponenty.

ŠTANDARDNÝ ROZMEROVÝ SORTIMENT

● Kruhové tyče, žíhané, mm

6	8	10	12

● Kruhové tyče žíhané, predhrubované, mm

14	15	16	18	20	22	25	30
35	40	45	50				

● Kruhové tyče žíhané, predhrubované IBO ECOMAX, mm

55	60	65	71	76	81	85	91
101,5	111,5	121,5	126,5	131,5	141,5		

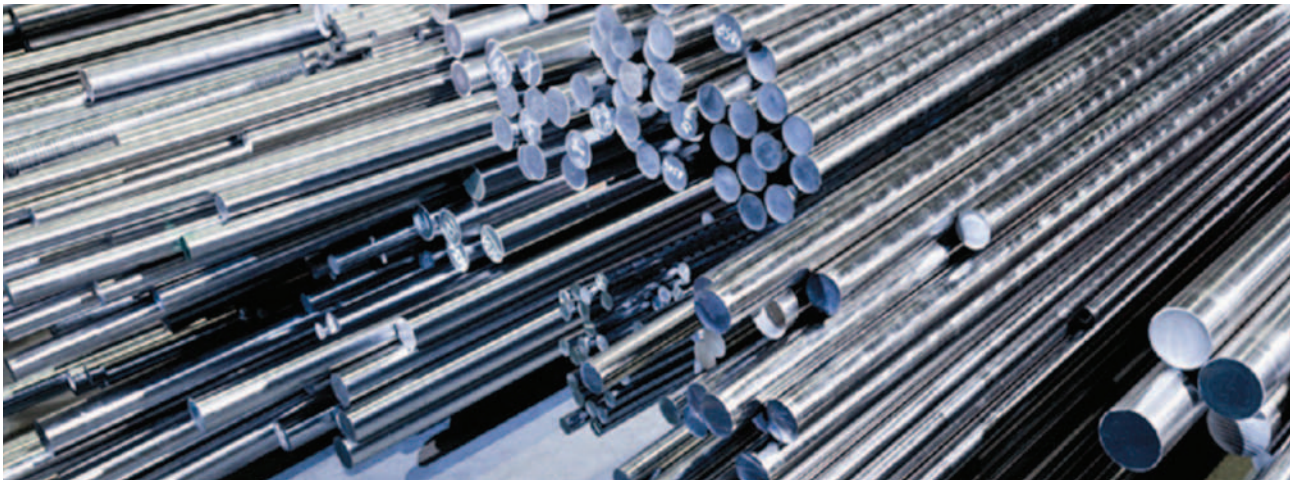
FYZIKÁLNE VLASTNOSTI

Fyzikálne vlastnosti pri teplote 20 °C	**Hodnota**	**Jednotka**
Hustota	7,9	kg/dm³
Tepelná vodivosť	14	W/(m.K)
Merná tepelná kapacita	500	J/(kg.K)
Merný elektrický odpor	0,90	Ohm.mm²/m
Modul pružnosti	198 x 10³	N/mm²
Magnetické vlastnosti	Nemagnetická[1)]	

[1)] Magnetické vlastnosti sa môžu zvýšiť tvárnením za studena

Fyz. vl. medzi 20 [°C] a ... [°C]	**200**	**400**	**600**	**800**	**1000**
Tepelná rozťažnosť [10^{-6}m/m.K]	15,5	17,0	17,5	18,0	19,0

Fyz. vl. pri rôz. tepl. v °C	**200**	**400**	**600**	**800**
Modul pružnosti x 10³ [N/mm²]	184	167	150	135



CHARAKTERISTIKA BHT

BHT – BAR HARDENED and TEMPERED – tyče kalené a popustené v stave pri dodaní.
Polotovary BHT skracujú výrobný proces pre vrtáky o polovicu. V tomto prevedení dodávame rýchlorezné a nástrojové ocele.

Böhler značka	AISI	DIN	Böhler značka	AISI	DIN
BÖHLER S600 BHT	~M2	1.3343	BÖHLER S390 BHT	–	
BÖHLER S705 BHT	~M41	1.3243	BÖHLER S790 BHT	~M3 Cl2	1.3345
BÖHLER S500 BHT	M42	1.3247	BÖHLER K110 BHT	D2	1.2379

Výhody:
- Žiadne tepelné spracovanie nie je potrebné, žiadne náklady na dosiahnutie rovinnosti pri dokončovacom brúsení
- Nízka objednávacia hmotnosť s malými prídavkami na opracovanie
- Vysoká flexibilita
- Rýchle a jednoduché vyhotovenie nástroja
- Preddefinovaná a kvalitatívne zaistená tvrdosť

TECHNICKÉ DETAILY

Prevedenie:
Tyče sú popúšťané, **v toleranciách** *ITh9 – ITk11*
Povrch: čierny alebo brúsený
Microclean BHT je dostupný len v brúsenom vyhotovení
Brúsený: bezchybný podľa EN 10277 trieda 4

Priemer	Prídavok na opracovanie
[mm]	[mm]
∅ 3–6	0,1
∅ > 6–10 ∅ > 10–20	0,2 0,25

Rozmerový sortiment
∅ 3 mm – ∅ 20 mm

Rovinnosť:
0,5 mm / m

Výrobná dĺžka
2 000 – 4 000 mm

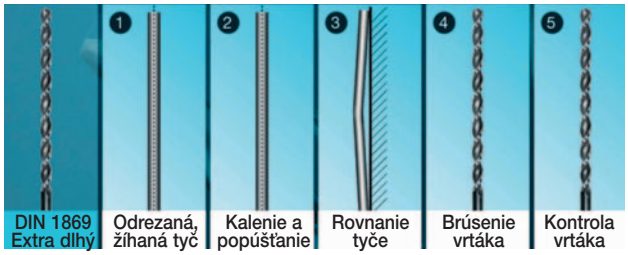
Dostupnosť hore uvedených materiálov v stave kalenom a popustenom je potrebné preveriť dopytom!

POUŽITIE

Oblasť obrábania – dlhé špirálové vrtáky, striediace vrtáky
Tvárnenie za studena – dierovacie razníky, vyhadzovače, tvárniace a lisovacie razníky
Nenástrojové aplikácie – vstrekovacie systémy
Oblasť prace za tepla a spracovania plastov – vyhadzovacie kolíky a kolíkové jadrá pre tlakové odlievanie, vyhadzovacie kolíky pre formy pre vstrekovanie plastov

VÝROBNÝ PROCES DLHÝCH VRTÁKOV

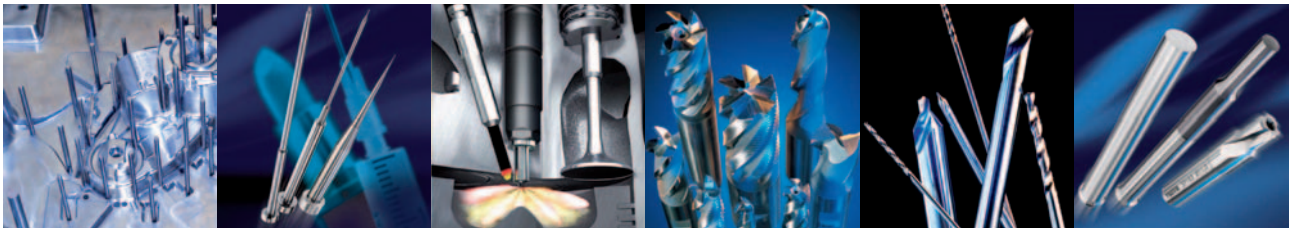
Tradičný výrobný proces: Štandardne primárny materiál je z našej oceliarne v stave žíhanom a ťahanom prevedení. Materiál sa pre zákazníka odreže a pripraví. Nakoniec sa u zákazníka alebo v zákazkovej kaliarni tepelne spracuje. Kvôli vnútornému pnutiu zapríčinenému opracovaním materiál musí byť rovnaný ešte pre konečným brúsením vrtáka a vizuálnou kontrolou. **To znamená 5 pracovných krokov.**



Nový výrobný proces s Böhler BHT: Böhler Rapid BHT je kalená a popúšťaná tyč v neopracovanom alebo brúsenom prevedení. Pri použití BHT nie je potrebné kalenie a popúšťanie a taktiež aj rovnanie. Tyče musia byť len odrezané a opracované na hotový nástroj. Vzhľadom k tomu, že sa vynecháva rovnanie, tak teoreticky nie je potrebná ani kontrola. **To znamená redukciu 2 pracovných krokov**, z toho vyplýva **redukcia výrobných nákladov**.

Princíp zariadenia pre tepelné spracovanie
Tepelné spracovanie má indukčné cievky: v troch krokoch sa žíhaná tyč kalí a nakoniec sa zmesou vzduch/voda prudko ochladí. Nasleduje trojnásobné popúšťanie, pričom po každom popúšťaní sa ochladzuje na izbovú teplotu.

Böhler značka	Priemer	Tvrdosť (HRC)
BÖHLER S600 BHT	∅ 3 mm–∅ 5 mm	62–64
	> ∅ 5 mm	64–66
BÖHLER S705 BHT	∅ 3 mm–∅ 5 mm	63–65
	> ∅ 5 mm	64,5–66,5
BÖHLER S500 BHT	∅ 3 mm–∅ 5 mm	64–66
	> ∅ 5 mm	65–67
BÖHLER S390 MICROCLEAN BHT	∅ 3 mm–∅ 5 mm	min. 66
	> ∅ 5 mm	
BÖHLER S790 MICROCLEAN BHT	∅ 3 mm–∅ 5 mm	min. 64
	> ∅ 5 mm	
BÖHLER K110 BHT	∅ 3 mm–∅ 5 mm	58–62
	> ∅ 5 mm	



PONUKA PREVÁDZKY TEPELNÉHO SPRACOVANIA

Vákuové kalenie pretlakom dusíka
600 x 600 x 900 mm / max. 600 kg

- Kalenie s minimálnymi deformáciami a rozmerovými zmenami
- Ovládateľná rýchlosť ochladzovania 2–15 Bar
- Menšie prídavky na brúsenie
- Neovplyvnená povrchová vrstva
- Povrch nie je oduhličený, nie je zoxidovaný
- Optimalizácia cyklu na konkrétny nástroj
- Šetrné k životnému prostrediu

Vákuové kalenie do oleja
450 x 300 x 750 mm / max. 150 kg

- Kalenie nástrojových ocelí s nižšou prekaliteľnosťou
- Neovplyvnená povrchová vrstva, povrch nie je oduhličený, nie je zoxidovaný

Nitridácia v plyne, nitridácia v plazme, karbonitridovanie, oxinitridovanie, oxikarbonitridovanie

Nitridácia v plazme
∅ 1 000 x 1 800 mm / max. 5 000 kg

- Možnosť nitridovať aj koróziovzdorné materiály
- Vyššia povrchová tvrdosť
- Menšia deformácia, menšie rozmerové zmeny
- Lepšie riadenie procesu nitridácie
- Ľahká ochrana povrchu pred nitridáciou
- Šetrné k životnému prostrediu

Plynová nitridácia s riadenou atmosférou – NITREX
∅ 1 000 x 1 500 mm / max. 2 000 kg

- Plne kontrolovaný proces nitridácie = riadenie štruktúry vrstvy
- Vhodné pre nitridáciu nástrojov
- Vlastnosti nitridovanej vrstvy optimalizované pre danú aplikáciu
- Opakovateľnosť procesov

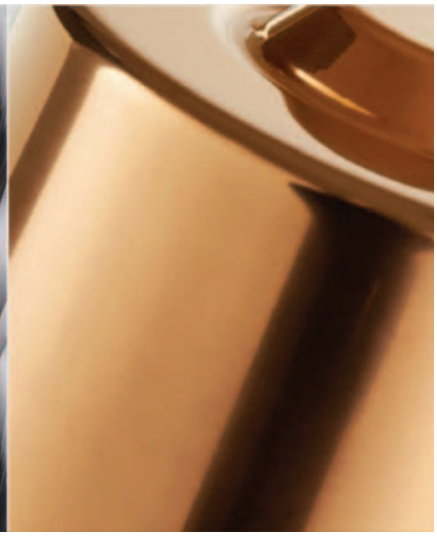
Plynová nitridácia – IVA
600 x 600 x 900 mm / max. 600 kg

Žíhanie a popúšťanie vo vákuovej peci.
Metalografické rozbory. Rozvoz a zvoz materiálu na TS.

Kontakt: 043/421 20 01, 043/421 20 61-2, 0918 651 021, 0915 886 712

PONUKA PVD POVLAKOV A ICH VLASTNOSTI

Vlastnosti / Typ povlaku	Tvrdosť v HV	Praktická vrstva v µm	Drsnosť povrchu	Teplota povlakovania v °C	Max. pracovná teplota	Tepelná vodivosť	Chemická odolnosť	Farba
TiN	2300 +/-200	2–4	0,6	250–450 °C	500 °C	relatívne nízka	dobrá	zlatá
TiCN	3500 +/-500	2–4	0,2	400–450 °C	400 °C	relatívne vysoká	dobrá	modro-sivá
Exxtral-Plus	3300 +/-300	1–3	0,6	400–450 °C	800 °C	veľmi nízka	dobrá	antracit
Sistral	3500 +/-500	1–3	0,7	400–450 °C	900 °C	veľmi nízka	dobrá	antracit
Exxtral Silver	3000 +/-300	2–3	0,8	400–450 °C	800 °C	veľmi nízka	dobrá	strieborná
Varianitic	3500 +/-500	2–4	0,2	400–450 °C	800 °C	veľmi nízka	dobrá	staroružová
CrN/CrCN	2000 (2300) +/-200	2–6	0,2–0,4	400–450 °C	600 °C	relatívne vysoká	výborná	strieborno-sivá
Tigral	3300 +/-300	3–5	0,6	400–450 °C	900 °C	veľmi dobrá	veľmi dobrá	tmavo-sivá
Topmatic TiAlN	2800 +/-300	5–10	0,6	400–450 °C	700 °C	veľmi dobrá	veľmi dobrá	tmavo-fialová
Dumatic	3700 +/-500	3–5	0,25	450 °C	400 °C	relatívne vysoká	výborná	červeno-sivá
SUCASLIDE	1900 +/-100	1–2	< 0,1	200 °C	400 °C	relatívne vysoká	veľmi dobrá	čierna
MoST	750 +/-250	1–1,2	< 0,1	200 °C	400 °C	nízka	dobrá	strieborno-sivá



POROVNÁVACIA TABUĽKA TVRDOSTÍ – časť: 1

Pevnosť v ťahu	Tvrdosť Vickers (F ≥ 98 N)	Otlačok guličky ∅[1])	Tvrdosť Brinell[2])	Tvrdosť Rockwell	
N/mm²	HV	mm	HB	HRB	HRC
200	63	7,32	60		
210	65	7,22	62		
220	69	7,04	66		
225	70	6,99	67		
230	72	6,95	68		
240	75	6,82	71		
250	79	6,67	75		
255	**80**	6,63	**76**		
260	82	6,56	78		
270	**85**	6,45	81	**41**	
280	88	6,35	84	45	
285	**90**	6,28	86	**48**	
290	91	6,25	87	49	
300	94	6,19	89	51	
305	**95**	6,16	90	**52**	
310	97	6,10	92	54	
320	**100**	6,01	**95**	56	
330	103	5,93	98	58	
335	**105**	5,87	100	59	
340	107	5,83	102	60	
350	**110**	5,75	**105**	62	
360	113	5,70	107	63,5	
370	**115**	5,66	**109**	64,5	
380	119	5,57	113	66	
385	**120**	5,54	**114**	67	
390	122	5,50	116	67,5	
400	**125**	5,44	**119**	69	
410	128	5,38	122	70	
415	**130**	5,33	**124**	71	
420	132	5,32	125	72	
430	**135**	5,26	**128**	73	
440	138	5,20	131	74	
450	**140**	5,17	**133**	**75**	
460	143	5,11	136	76,5	
465	**145**	5,08	**138**	77	
470	147	5,05	140	77,5	
480	**150**	5,00	**143**	78,5	
490	153	4,96	145	79,5	
495	**155**	4,93	**147**	80	
500	157	4,90	149	81	
510	**160**	4,86	**152**	81,5	
520	163	4,81	155	82,5	
530	**165**	4,78	157	83	
540	168	4,74	160	84,5	
545	**170**	4,71	**162**	**85**	
550	172	4,70	163	85,5	
560	**175**	4,66	**166**	86	
570	178	4,62	169	86,5	
575	**180**	4,59	**171**	87	
580	181	4,58	172		
590	184	4,54	175	88	
595	**185**	4,53	**176**		
600	187	4,51	178	89	
610	**190**	4,47	**181**	**89,5**	
620	193	4,44	184	90	
625	**195**	4,43	**185**		
630	197	4,40	187	91	
640	**200**	4,37	**190**	**91,5**	
650	203	4,34	193	92	
660	**205**	4,32	**195**	**92,5**	
670	208	4,29	198	93	
675	**210**	4,27	**199**	**93,5**	
680	212	4,25	201		
690	**215**	4,22	**204**	**94**	
700	219	4,19	208		
705	**220**	4,18	**209**	**95**	
710	222	4,16	211	95,5	
720	**225**	4,13	**214**	**95**	
730	228	4,11	216		
740	**230**	4,08	**219**	96,5	
750	233	4,07	221	97	
755	**235**	4,05	**223**		
760	237	4,03	225	97,5	
770	**240**	4,01	**228**	98	
780	243	3,98	231		21
785	**245**	3,97	**233**		
790	247	3,95	235	99	
800	**250**	3,93	**238**	**99,5**	22
810	253	3,91	240		
820	**255**	3,89	**242**		23
830	258	3,87	245		

Pevnosť v ťahu	Tvrdosť Vickers (F ≥ 98 N)	Otlačok guličky ∅[1])	Tvrdosť Brinell[2])	Tvrdosť Rockwell	
N/mm²	HV	mm	HB	HRB	HRC
835	**260**	3,85	**247**		**24**
840	262	3,84	249		
850	**265**	3,82	**252**		
860	268	3,80	255		25
865	**270**	3,78	**257**		
870	272	3,77	258		26
880	**275**	3,76	**261**		
890	278	3,74	264		
900	**280**	3,72	**266**		27
910	283	3,70	269		
915	**285**	3,69	**271**		
920	128	3,68	273		28
930	**290**	3,66	**276**		
940	293	3,64	278		29
950	**295**	3,63	**280**		
960	299	3,61	284		
965	**300**	3,60	**288**		
970	302	3,59	287		30
980	305	3,57	290		
980	308	3,55	293		
995	**310**	3,54	**295**		**31**
1000	311	3,53	296		
1010	314	3,52	299		
1020	317	3,50	301		32
1030	**320**	3,49	**304**		
1040	323	3,47	307		
1050	327	3,45	311		33
1060	**330**	3,44	**314**		
1070	333	3,43	316		
1080	336	3,41	319		34
1090	339	3,40	322		
1095	**340**	3,39	**323**		
1100	342	3,38	325		
1110	345	3,33	328		35
1120	349	3,35	332		
1125	**350**	3,34	**333**		
1130	352	3,33	334		
1140	355	3,32	337		36
1150	358	3,31	340		
1155	360	3,30	342		
1160	361	3,29	343		
1170	364	3,28	346		37
1180	367	3,26	349		
1190	370	3,25	352		
1200	373	3,24	354		38
1210	376	3,23	357		
1220	380	3,21	361		
1230	382	3,20	363		39
1240	385	3,19	366		
1250	388	3,18	369		
1255	390	3,17	371		
1260	392		372		40
1270	394	3,16	374		
1280	397	3,14	377		
1290	400	3,13	380		
1300	403	3,12	383		41
1310	407	3,10	387		
1320	410	3,09	390		
1330	413	3,08	393		42
1340	417	3,07	396		
1350	420	3,06	399		
1360	423	3,05	402		43
1370	426	3,04	405		
1380	429		408		
1385	430	3,02	409		
1390	431		410		
1400	434	3,01	413		44
1410	437	3,00	415		
1420	**440**	2,99	**418**		
1430	443	2,98	421		
1440	446	2,97	424		45
1450	449	2,96	427		
1455	**450**		**428**		
1460	452	2,95	429		
1470	455	2,94	432		
1480	458	2,93	435		46
1485	**460**		**437**		
1490	461	2,92	438		
1500	464	2,91	441		
1510	467	2,90	444		
1520	**470**	2,89	**447**		

POROVNÁVACIA TABUĽKA TVRDOSTÍ – časť: 2

Pevnosť v ťahu	Tvrdosť Vickers (F ≥ 98 N)	Otlačok guličky ∅[1])	Tvrdosť Brinell[2])	Tvrdosť Rockwell	
N/mm²	HV	mm	HB	HRB	HRC
1530	473		449		47
1540	476	2,88	452		
1550	479	2,87	455		
1555	**480**		**(456)**		
1560	481	2,86	(457)		
1570	484	2,85	(460)		48
1580	486		(462)		
1590	489	2,84	(465)		
1595	**490**	2,83	**(466)**		
1600	491		(467)		
1610	494	2,82	(470)		
1620	497		(472)		49
1630	**500**		**(475)**		
1640	503	2,80	(478)		
1650	506	2,79	(481)		
1660	509		(483)		
1665	**510**	2,78	**(485)**		
1670	511		(486)		
1680	514	2,77	(488)		50
1690	517	2,76	(491)		
1700	**520**	2,75	**(494)**		
1710	522		(496)		
1720	525	2,74	(499)		
1730	527		(501)		51
1740	**530**	2,73	**(504)**		
1750	533	2,71	(506)		
1760	536	2,71	(509)		
1770	539		(512)		
1775	**540**	2,70	**(513)**		
1780	541		(514)		
1790	544	2,69	(517)		52
1800	547		(520)		
1810	**550**	2,68	**(523)**		
1820	553	2,67	(525)		
1830	556		(528)		
1840	559	2,66	(531)		
1845	**560**		**(532)**		**53**
1850	561	2,65	(533)		
1860	564		(536)		
1870	567	2,64	(539)		
1880	**570**		**(542)**		
1890	572	2,63	(543)		

Pevnosť v ťahu	Tvrdosť Vickers (F ≥ 98 N)	Otlačok guličky ∅[1])	Tvrdosť Brinell[2])	Tvrdosť Rockwell	
N/mm²	HV	mm	HB	HRB	HRC
1900	575	2,62	(546)		54
1910	578		(549)		
1920	**580**	2,61	(551)		
1930	583	2,60	(554)		
1940	586		(557)		
1950	589	2,59	(560)		
1955	**590**		**(561)**		
1960	591		(562)		
1970	594	2,58	(564)		
1980	596		(567)		55
1990	599	2,57	(569)		
1995	**600**		**(570)**		
2000	602	2,56	(572)		
2010	605		(575)		
2020	607	2,55	(577)		
2030	**610**		**(580)**		
2040	613	2,54	(582)		
2050	615		(584)		56
2060	618	2,53	(587)		
2070	**620**		**(589)**		
2080	623	2,52	(592)		
2090	626		(595)		
2100	629	2,51	(598)		
2105	**630**		**(599)**		
2110	631		(600)		
2120	634	2,50	(602)		
2130	636		(604)		
2140	639	2,49	(607)		57
2145	**640**		**(608)**		
2150	641		(609)		
2160	644	2,48	(612)		
2170	647	2,47	(615)		
2180	**650**		**(618)**		
2190	653		(620)		
2200	655	2,46	(622)		58
	675				59
	698				60
	720				**61**
	745				62
	773				63
	800				**64**
	829				65
	864				66
	900				**67**
	940				**68**

[1]) Oceľová gulička ∅ 10 mm
[2]) Vypočítané ako: HB = 0,95 HV

Rýchlorezné ocele

Prevod tvrdostí Rockwell/Vickers

Pre prevod tvrdostí Rockwell/Vickers platia – na rozdiel od DIN 50150, ktorá nie je použiteľná pre rýchlorezné ocele – nasledovné hodnoty.

Prevod tvrdostí Rockwell (HRC) na Vickers (HV)

HRC	HV
63	820
64	850
65	885
66	920
67	955

Skúšobné zaťaženie pre skúšku tvrdosti podľa Vickersa minimálne 5 kg.

UPOZORNENIE:

Informácie uvedené v tomto katalógu vychádzajú zo súčasného stavu našich poznatkov a slúžia ako základné údaje o produktoch a ich použití. Nemôžu byť preto chápané ako záruka špecifickej vlastnosti alebo ako záruka životnosti pre určité použitie.